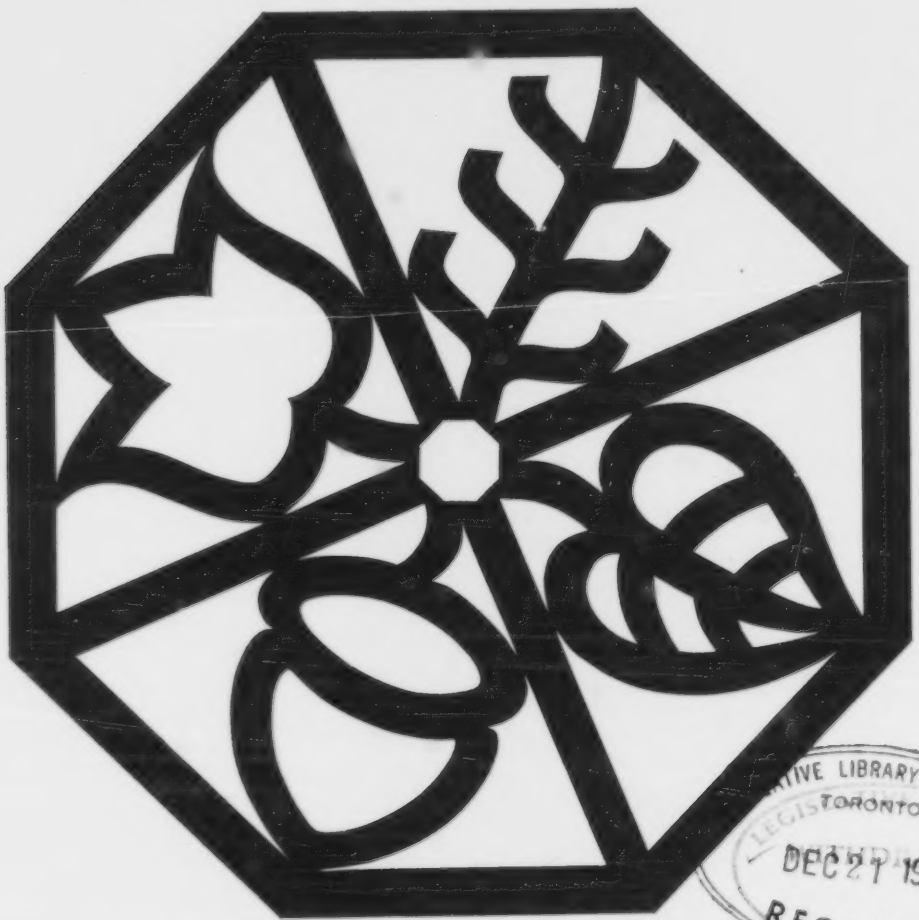
Les Floralies internationales de Montréal

**COLLOQUES SCIENTIFIQUES**

N° 14

# Arbres et arbustes



LEGISLATIVE LIBRARY OF ONTARIO
TORONTO
DEC 21 1981
RECEIVED

Collection Études et dossiers de la Documentation québécoise

Gouvernement du Québec
**Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation**

104-04335/

Les Floralies internationales de Montréal

**COLLOQUES SCIENTIFIQUES**

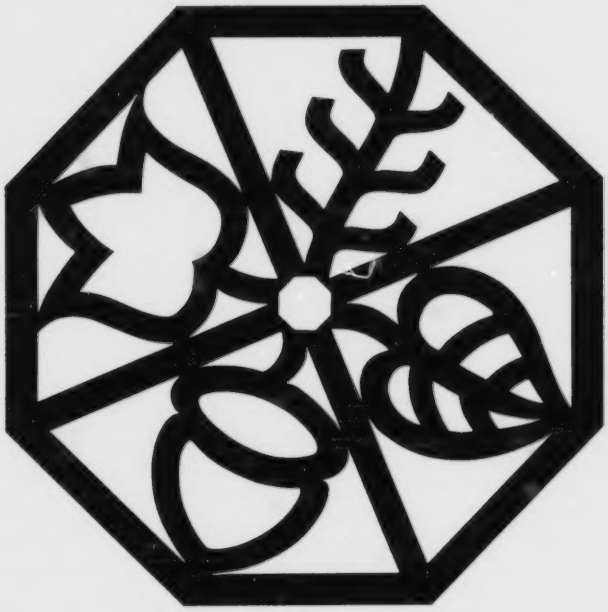
# N° 14 Arbres et arbustes

Les Floralies internationales de Montréal

**COLLOQUES SCIENTIFIQUES**

N° 14

# Arbres et arbustes



Collection Études et dossiers
de la Documentation québécoise

Gouvernement du Québec
**Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation**

Édition réalisée
à la Direction de l'édition,
Direction générale des
publications gouvernementales,
ministère des Communications,
par Eugénie Lévesque.

Version française:
Direction de la traduction
Ministère des Communications

Traduction:
Pierre Larochelle

Révision:
Marie Pelletier

Conception graphique:
Jacques Pellerin

Graphisme:
Charles Lessard
Mariette Racine

Dactylographie:
Sylvie Hébert

Correction typographique:
Renée Dolbec

© 1981 Gouvernement du Québec
Tous droits réservés sans l'autorisation
écrite de la Direction générale des
publications gouvernementales.

Dépôt légal — 3e trimestre 1981
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-551-04371-9

Colloque international
tenu à Montréal
les 17 et 18 juillet 1980

sous le haut patronage de
Monsieur Jean Garon
ministre de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation

de Monsieur André Boily
commissaire général des Floralies

et de Monsieur Jean Drapeau
maire de la Ville de Montréal

sous la direction de
Monsieur Pierre Bourque
directeur technique des Floralies

et de Madame Agnès Ratelle, agronome

# Collaboration

Les Floralies 1980
Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation du Québec
La Société internationale d'arboriculture du Québec
Paysage Québec
Le Jardin botanique de la Ville de Montréal
La Société d'animation du Jardin et de l'Institut botaniques

*Contribution financière:*
Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation du Québec

*Collaborateurs:*
François Bernatchez, Québec
Pierre Dansereau, Québec, allocution de clôture
Marc Laurin, Québec, allocution d'ouverture
John Massot, Canada
B.C.M. Van Eick, Hollande
Richard W. Boers, États-Unis

Note de l'éditeur

Les conférences sont publiées dans
la langue utilisée par les conférenciers.
Une version française accompagne le texte
des conférenciers non francophones.

# Préface

*Dès le tout début, l'aspect scientifique des Floralies internationales 1980 a compté pour beaucoup dans la détermination du Gouvernement du Québec de tenir cet événement en sol québécois.*

*Les Floralies internationales nous sont en effet apparues comme un formidable tremplin de promotion de l'horticulture ornementale auprès de la population, et en outre, surtout le moyen de hausser le niveau d'expertise de nos professionnels en les mettant en contact avec les plus grands spécialistes du monde entier.*

*Tant par leur nombre et leur qualité que par leur diversité, les vingt colloques scientifiques tenus dans le cadre des Floralies internationales 1980 ont constitué un précédent dans l'histoire de ces grandes expositions florales. L'importance des Floralies peut se mesurer par l'ampleur des investissements réalisés, le nombre de pays participants, la magnificence des exhibits floraux et la foule de visiteurs qui sont venus les admirer. Dans une perspective à long terme toutefois, les retombées les plus durables de cet événement se situeront au niveau des idées nouvelles, des technologies améliorées, des produits inédits qui jailliront des échanges entre nos professionnels et les quelque deux cents chercheurs et experts qui sont venus nous visiter pendant la durée des Floralies.*

*L'organisation de ces colloques a nécessité beaucoup d'efforts de la part des responsables horticoles des Floralies. Je tiens ici à souligner plus particulièrement le travail de l'horticulteur en chef de la ville de Montréal, monsieur Pierre Bourque, qui a été le grand animateur de ces rencontres scientifiques.*

*Quant à la partipation du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, elle s'est concrétisée par l'affectation des sommes nécessaires à la tenue des colloques et à la diffusion de leur contenu scientifique. Malgré un budget que nous avons voulu le plus rigoureux possible, nous n'avons jamais accepté que soient diminuées ou affectées à d'autres fins ces sommes que nous avions prévues pour ces colloques et leur diffusion.*

*La présente publication vient assurer la permanence et l'accessibilité d'un véritable trésor d'expériences et de connaissances horticoles. Dans la mesure où nos professionnels et même nos amateurs "passionnés" sauront s'en servir, il n'y a pas de doute dans mon esprit que l'horticulture québécoise pourra économiser énormément de temps et d'efforts dans sa progression vers les plus hauts niveaux de compétence à l'échelle nord américaine et aussi, pourquoi pas, à l'échelle mondiale.*

Le ministre de l'Agriculture
des Pêcheries et de l'Alimentation

# Table des matières


9 Préface

11 Table des matières

13 Avant-propos

15 L'entreposage des plantes de pépinière pendant l'hiver
par Victor Krauss

23 Cleveland Shade Tree Program
by Ralph M. Veverka

37 Municipalité de Cleveland. Programme de protection des arbres d'ornement
par Ralph M. Veverka

53 City Trees for the Future
by Frank S. Santamour

71 L'adaptation des arbres au milieu urbain
par Frank S. Santamour

91 Le zonage et la sélection de végétaux ligneux au Québec
par Henri Bernard et Jean Landry

103 Problems in Urban Tree Management
by J. Dan MacArthur

111 L'arbre en milieu urbain
par J. Dan MacArthur

121 The Thermo-Blanket System for Over-wintering Container Grown Ornamentals
by Francis R. Gouin

135 Couverture thermique pour la protection hivernale des plantes ornementales en pots
par Francis R. Gouin

149 Something old Something new. Ornamental Trees for Town Country
by Roy Lancaster

157 De l'ancien et du nouveau. Les arbres d'ornement et l'aménagement du territoire
par Roy Lancaster

165 La fertilisation des pépinières en culture sur le sol en place et hors sol
par A. Anstett

198 Annexe 1: Adresses

200 Liste des publications
de la série Colloques scientifiques

# Avant-propos

Montréal et le Québec tout entier ont été en 1980 les hôtes des premières grandes Floralies internationales à être tenues en terre d'Amérique. Cet événement a connu un succès exceptionnel et a laissé une marque indélébile au coeur et à l'esprit de millions de visiteurs.

Les thèmes novateurs qui ont caractérisé nos Floralies ont été nombreux et variés; mentionnons, à titre d'exemple, la participation officielle de 23 pays, représentant les grandes traditions horticoles mondiales, l'importance attaché à l'utilisation judicieuse de nos plantes indigènes et enfin l'empreinte de notre jeune école d'architecture du paysage.

La tenue parallèle de 20 colloques spécialisés sur les sciences et disciplines reliées à la biologie végétale et à l'horticulture ont apporté aussi un élément nouveau réunissant pour la première fois plus de 300 personnalités scientifiques de renommée mondiale.

Ces colloques ont été réalisés grâce à la collaboration intime du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêcheries du Québec et du Jardin botanique de la Ville de Montréal. D'autre part, l'organisation matérielle de ces colloques n'aurait été possible sans la participation et le dévouement de la plupart des universités et sociétés horticoles du Québec et du Canada. Un hommage particulier revient à Mlle Agnès Ratelle, agronome, et cheville ouvrière de ce travail colossal.

Ainsi donc, en plus du parc floral permanent, les Floralies internationales, par la publication en français et en anglais du bilan le plus exhaustif actuel sur l'horticulture au seuil des années 80, auront laissé un héritage technique et scientifique de première valeur.

Que tous ceux qui ont été de près ou de loin impliqués dans la réalisation de ces colloques en soient vivement remerciés.

Pierre Bourque
Directeur technique des Floralies

# L'entreposage des plantes de pépinière pendant l'hiver

Victor Krauss

Krauss Nurseries Ltd.
Carlisle, Ontario
Canada

L'entreposage des plantes de pépinière pendant l'automne et l'hiver est d'une grande importance au Canada. Je suppose qu'il y a plusieurs visiteurs qui viennent d'Europe ou d'autres continents et qui ne sont pas familiers avec les conditions climatiques propres à ce pays. C'est pour cette raison que je me permets de décrire le climat dans lequel nous vivons.

Il y a des régions du monde où le climat est relativement favorable à l'horticulture, comme l'Europe occidentale, la côte ouest de l'Amérique du Nord et le sud des États-Unis. Dans ces régions, l'hiver est très doux et la terre est presque toujours dégelée. Ainsi, nous pouvons effectuer l'arrachage des plantes pendant presque toute la période hivernale. En février, nous pouvons déjà commencer avec les plantations en pépinière car à cette époque de l'année, les plantes ne sont exposées à aucune température extrême et les pertes sont donc presque nulles.

Au Canada, nous n'avons pas un climat idéal pour l'horticulture, nous pouvons même dire que les conditions climatiques laissent à désirer. Au Québec, l'hiver peut commencer vers le 15 novembre, parfois plus tôt. En Ontario, il peut retarder d'une semaine au plus. Les gelées peuvent débuter vers cette date et la terre, une fois gelée, peut rester dans cet état pendant toute la période hivernale, c'est-à-dire jusqu'au début d'avril.

Quand la terre dégèle à cette date, on peut avoir des périodes pluvieuses qui empêchent de faire des arrachages hâtifs. S'il vient du sud une vague de chaleur, on peut connaître durant plusieurs semaines des températures allant jusqu'à 30° C. Après une période de repos végétatif de 2 à 3 mois sous des températures relativement basses, il suffit de quelques jours de chaleur pour que les plantes commencent à bourgeonner.

Au printemps, pour faire des arrachages de plantes à racines nues à l'aide d'arracheuses mécaniques, on peut avoir des problèmes si les conditions ne sont pas favorables; ainsi, pendant les périodes pluvieuses,

il est impossible de faire des arrachages hâtifs.

Pour éviter des problèmes sérieux causés par notre climat capricieux, nous sommes forcés d'organiser notre travail de la façon suivante:

- il nous faut arracher en automne toutes les plantes que nous espérons vendre au printemps;
- il nous faut les conserver dans un endroit artificiel et veiller à ce qu'elles gardent leur vitalité.

Dans ce but, nous devons faire des investissements très importants, par exemple:

- arracheuse mécanique;
- entrepôts pour les plantes;
- palettes pour empiler les plantes;
- tracteurs et wagons pour le transport, du champ aux entrepôts;
- chariots élévateurs pour le transport des palettes avec les plantes;
- personnel pour récolter les plantes, faire le triage, l'entreposage et l'inventaire pendant l'hiver.

*L'arrachage des arbres*

Pour rencontrer nos objectifs, c'est-à-dire déplacer autant de plantes que possible dans nos entrepôts, nous devons commencer à arracher en automne, dès que les plantes sont prêtes.

L'arrachage peut se diviser en deux phases:

- les plantes récoltées sont expédiées directement aux clients en automne;
- les plantes sont entreposées tout l'hiver et expédiées aux clients le printemps.

*Première phase*

Comme il s'agit de plantes à racines nues, plus tôt nous pouvons

commencer les opérations moins il y a de pertes. Vers le début d'octobre certaines plantes de haies doivent être arrachées comme les Ribes, les Loniceras, etc.

Les plantes de haies sont plantées en rangs doubles. On les déracine à l'aide d'une arracheuse munie d'une longue lame qui secoue les plantes. Le triage se fait soit sur place, soit dans l'entrepôt selon la nature des plantes.

S'il s'agit d'arbres d'ornement, nous pouvons commencer l'arrachage vers le 7 octobre ou même avant. Nous commençons avec les espèces qui ont déjà perdu une bonne partie de leur feuillage, comme par exemple les Gleditsias, les Fraxinus. Une semaine plus tard, on continue avec les Acer, les Tillia, etc.

Pour cette opération nous utilisons les tracteurs à chenilles. Les arbres sont soulevés et secoués par une lame arrière. Si les conditions sont bonnes pour l'arrachage, la terre peut être enlevée à 90 %.

Tous les arbres d'ornement pour nos commandes d'automne sont triés, attachés en paquets et étiquetés dans les champs. On les apporte dans les entrepôts où ils sont mis debout et placés dans différents compartiments selon leur grosseur. On arrose les racines et le feuillage plusieurs fois par jour et une semaine plus tard, les feuilles commencent à se détacher et les arbres sont prêts à être expédiés.

*Deuxième phase*

Pendant la deuxième phase, nous arrachons les plantes à racines nues pour les entreposer pendant l'hiver.

Il y a des plantes qui, selon leurs caractéristiques, peuvent être arrachées avant les autres. Nous essayons de planifier les arrachages en suivant la technique déjà décrite.

Nous commençons avec les arbustes à branches rigides. Ceux qui ont le feuillage fin et trop vert sont arrachés en dernier car il y a toujours danger d'échauffement.

Les arbustes arrachés sont mis sur les palettes sans être attachés en mottes. Nous plaçons les racines contre les racines, les extrémités des plantes toujours en dehors. Les palettes chargées de plantes sont mises sur les wagons dans le champ, déchargées avec un chariot élévateur et entreposées les unes sur les autres, dans un entrepôt. On arrose seulement les racines. En arrosant le feuillage, on provoquerait l'échauffement.

On manipule de la même manière les arbres fruitiers. On les arrache au plus tard l'automne et on enlève la majorité de leur feuillage dans le champ car le danger d'échauffement est trop élevé.

*Les rosiers*

Ce sont des plantes très délicates. On tâche de les récolter dans la première moitié d'octobre pour éviter le risque des gelées hâtives. On coupe les rosiers à la moitié ou au tiers de leur longueur dans les champs. Par la suite, on les défeuille. Immédiatement après le triage, on les met dans les entrepôts, réfrigérés à -2° C, pendant tout l'hiver. Il faut les réfrigérer légèrement, autrement ils peuvent commencer à pousser dans les entrepôts.

*Les arbres d'ornement*

Nous appliquons la même technique que pour les arbustes. Nous commençons avec les Frênes et les Gleditsias et nous terminons avec les Tilleuls et les Érables. Les arbres de petites dimensions (150-250 cm) sont mis dans des grandes palettes et disposés les uns sur les autres. Les arbres plus grands, nous les plaçons en tas dans les entrepôts en position horizontale. Après la période d'arrachage ou lors du début des gelées, nous nous

occupons de trier dans les entrepôts toutes les plantes que nous avons arrachées. Si les conditions climatiques nous permettent de remplir tous les entrepôts, nous pouvons finir le triage vers la fin de février. Au début du mois de mars, nous pouvons commencer les expéditions.

Après le triage, tous les arbres d'ornement de grandes dimensions sont placés verticalement, chaque dimension est bien séparée et étiquetée. Les arbustes et les arbres fruitiers sont placés horizontalement sur les palettes. De cette manière, on peut stocker plus de plantes dans un espace donné.

Tous les rosiers et autres plantes qui ont tendance à bourgeonner tôt sont gardés dans nos sections réfrigérées. On y maintient une température constante de -2° C et l'humidité à 90 %.

Durant la période hivernale, toutes les plantes que nous entreposons sont gardées exclusivement en racines nues. Pour réussir l'entreposage des plantes, il faut éviter autant que possible les mouvements de l'air, maintenir l'humidité élevée et tenir la température légèrement au-dessous de 0° C.

Au cours des nuits froides de printemps, afin de maintenir une température assez basse dans les entrepôts et éviter le bourgeonnement de nos plantes, nous introduisons l'air froid du dehors par des ventilateurs à thermostat. Nous utilisons ce procédé seulement dans les sections qui ne sont pas munies de système de réfrigération.

*Les entrepôts*

Pour entreposer nos plantes pendant l'hiver, nous utilisons des bâtisses d'une construction très simple. Ce sont des granges construites en poteaux de bois créosoté. Les murs et les plafonds sont isolés par une couche de 15 cm de laine de verre ou 7,5 cm de polyurétane. Si on utilise la laine de verre, on met une barrière d'évaporation en plastique de

4 mm à l'intérieur.

Pendant l'hiver, nous maintenons dans nos entrepôts une température de 0° C et +2° C. Nous avons constaté que si nous gardons une humidité élevée d'environ 90 %, aucun dégât n'est causé aux racines même si la température devait descendre jusqu'à -2° C.

Si la température extérieure baisse à -25 ou -30° C, il faut chauffer nos entrepôts pour maintenir la température à environ 0° C. Pour maintenir cette température nous utilisons des appareils de chauffage à mazout qui soufflent l'air chaud au moyen de plusieurs ventilateurs.

Pendant l'hiver, toutes les portes de nos entrepôts sont bien fermées et munies d'isolation additionnelle pour éviter l'entrée d'air froid dans nos bâtisses.

On arrose les racines des plantes une ou deux fois par semaine selon le besoin. Au printemps, pendant l'expédition, on arrose chaque jour.

Il ne faut pas oublier de mentionner le danger des rôdeurs. Pour éviter les dégâts que les souris pourraient causer dans les entrepôts, pendant l'hiver, il faut, au début de la saison d'entreposage, répandre dans les entrepôts des grains de maïs empoisonnés avec du phosphate de zinc.

Pour une pépinière qui s'occupe des ventes en gros, l'entreposage des plantes en hiver sous nos conditions climatiques est d'une importance énorme. Les détaillants auraient intérêt à se faire construire un petit entrepôt isolé pour être ainsi capables d'emmagasiner une portion de leurs achats et commencer leur empotage à la fin de l'hiver.

En conclusion, j'aimerais dire que l'entreposage à racines nues est un travail assez délicat. S'il y a quelqu'un qui envisage de s'en occuper, il devra le faire graduellement en respectant les principes mentionnés, et surtout en tâchant d'acquérir sa propre expérience dans ce domaine.

# Cleveland Shade Tree Program

Ralph M. Veverka

Cleveland
U.S.A.

For a long time Cleveland was known as the "Forest City". The abundance of fine trees along the streets and parkways made Cleveland a beautiful city.

Then, as the city grew, changing and adverse growing conditions also increased. Soot, smoke, disease, insects, vandalism, damage by vehicles, overhead wires, street widening, and a lack of proper care all conspired to the destruction of once beautiful trees.

With the increase of overhead wires, the tops and sides of large trees were hacked off. This not only disfigured the trees but lowered their vitality and made them a prey to sun scald, diseases, and insects. The installation of more and bigger sewers, widening of streets, and other underground disturbances caused damage to the roots.

The original planting was spaced too close together. Two or more trees were planted to a fifty foot lot which caused too much shade, damage to sidewalks, driveways, and sewers. Because of the encroachment of streets and more paved areas, the planting space for trees diminished. The large trees planted on wide tree lawns were now hemmed into small restricted and unsuitable space. The fallacy of planting the same large species and varieties was continued in these small spaces. In a relatively short time they out-grew the space and trouble ensued.

During the census taken in 1939, the city had a tree lawn population of over 118 000 trees.
Ninety-eight percent (98 %) of this population was made up of approximately forty (40) different species, although over one hundred different species were found.

The species which made up approximately eighty percent (80 %) of the total were:

| | |
|---|---|
| Silver maple | 22 000 |

| | |
|---|---|
| Sycamore | 20 000 |
| Elm | 29 000 |
| Norway maple | 12 000 |
| Catalpa | 10 000 |

During our 1965 survey, our tree lawn tree population totaled 93 391.

Seventy-five percent (75 %) of this total is reflected by nine species or families:

| | |
|---|---|
| Norway maple | 21 141 |
| Elm | 13 701 |
| Sycamore | 13 094 |
| Silver maple | 10 617 |
| Sugar maple | 6 351 |
| Oak | 3 238 |
| Ash | 2 959 |
| Red maple | 1 620 |
| Linden | 1 542 |

In speaking of Cleveland's shade tree program, I will endeavor to talk briefly of its history, its past development, the present and what the future may have in store.

According to our records, the first extensive tree planting took place in 1850 and its main street, Euclid Avenue, was planted with elms, both the American and English varieties. This work of tree planting continued until early 1930, when economic conditions of the nation changed, bringing on a depression. Consequently the cities, towns and villages suffered because of lack of funds and many services had to be discontinued.

In the middle thirties, a work project known as W.P.A. was sponsored by federal government. A tree program was set up in the city and hundreds of men were put to work in removing, trimming and planting trees. The

varieties planted were limited and not best suited for the varied city conditions, however, the W.P.A. project did accomplish something constructive as it included a survey of our street trees or, in other words, a shade tree census. A citizen committee of interested people was formed to promote a program for the care of street trees.

Some of the most important recommendations of the committee were as follows:

- that a division be established for the care of street trees;
- that an experienced and trained man be considered to head the division;
- that great care be given to selection of trees for adaptability to conditions, environment and space;
- that trees be guarded against abuses from building operations, street improvements, installations of utilities above and below ground;
- that a campaign for the abatement of smoke and the elimination of overhead wires should be pressed with all vigor in order that these menaces to tree welfare be reduced or removed as quickly as possible;
- that we should enlist the cooperation of the public and arouse civic pride in trees;
- that present city ordinances relating to the planting and protection of city trees be studied and improved.

In 1946, Mr. Edward Scanlon, a proponent of functional tree use in municipal tree management, was selected to supervise tree work for the city of Cleveland, and immediate steps were taken to form a good tree program. A division of shade trees was established and personnel was increased. Much needed equipment and supplies were purchased. A nursery was revived to grow trees for planting, replacement and development of different species and new selections and a master shade tree plan was developed, whereby the city was divided into districts for better supervision.

Plans called for the removal of old, undesirable trees, replacing them with new, suitable types. Funds became available through bond issues for the purchase of a great number of new varieties of trees.

I want to take a few minutes to tell you about our organization, the city of Cleveland - division of shade trees:

1 Division in the department of public properties

2 Districts

Commissioner

Chief tree warden

District wardens

Wardens

Trimmers

Tree trimmer helpers

Vehicle operators

Laborers

4 Budget - Personnel

5 Activities

6 Nursery

(Explain duties of classifications - budget figures and divisional activities).

In the past twenty-two years, we have planted over 75 000 trees, including more than one hundred and twenty-five to one hundred and fifty different species or varieties. Some have worked out fine, while others have been disappointments because of inability to adapt themselves to conditions, susceptibility to diseases and insects, poor shape and excessive maintenance.

Some trees have too slow of a growth and do not become specimens until twenty or more years of pampering.

In addition, it is important to remember the great variance that we have

in climate, rain fall, snow fall, wind and soil structure. What I am trying to convey to you, is that certain trees will do better in Cleveland than elsewhere and some of your good trees may not do as well in our area. Sudden changes in temperature is very detrimental to some species. We have found that in Cleveland, some trees do better in one part of the city than in another, although the distance may be only about ten miles apart. This is due to the difference in soils and the effects of Lake Erie, relative to temperatures and prevailing winds.

However, there is a place for all types, sizes and forms of trees. Many of the so-called undesirable trees in your area may not be of value to you, but in another region, they may be considered very important if they are the only ones that thrive and survive there.

*Factors to consider when selecting trees for street tree planting*

1. Form
   Will it require much maintenance to keep shape? Does it attain a good form naturally or does it need constant pruning?

2. Ultimate size
   How large will it grow? Will it fit available space? Will it outgrow the space and disrupt sidewalks and curbs? Will it interfere with utilities?

3. Rate of growth
   Will it produce desired effect within a reasonable time? Will you have to wait years before usefulness is attained?

4. Adaptability
   Will it tolerate the soil, exposure and climate? Will it take heat reflection of streets and buildings? Will it stand droughts or moisture?

5. Susceptibility to disease and insects

Can they be controlled reasonably? Can you afford to give it constant care?

Good street tree plantings can be obtained by:

1. Having a wide selection of trees available

(More varieties should be grown)

There is a shortage of some of the better trees primarily because they are more difficult to propagate and probably take a longer time before they are saleable.

2. Careful planning and selecting

Select the most suitable varieties for the varying conditions and situations. (Consider the soil, drainage, underground and overhead obstructions, width of streets, width of planting area and set back of buildings).

3. Proper handling of trees before planting

This is a phase of our work that involves the growers or nurserymen. Trees should be dug with a minimum loss of the root system so that in replanting they can continue their growth with little interruption. In well operated nurseries the trees are usually root pruned or transplanted several times to promote a more compact root system. After digging, it is important to keep the roots moist and covered at all times, including transportation to planting site. Neglect during this operation may mean the loss of the trees. Many failures can be traced to improper handling and transportation. It is the obligation of the grower to see that plants are delivered in the most careful manner possible. Upon delivery, the receiver must take equal precaution and see that the trees are heeled-in and kept moist until planted.

4. Planting correctly

This involves digging a hole large enough for the spread of the roots, pruning broken roots, working good soil about the roots, setting at same depth as grown in nursery, watering, staking, mulching, pruning by cutting back and thinning out excessive growth.

5. Care after planting

This is important, particularly during the first two years. Pruning, restaking, etc.

There have been many lists of recommended trees for street tree plantings. No one list will do the job in all areas nor is it a solution to the many present day problems encountered in street tree work. There are many factors that influence the growth of a tree and as mentioned before, some species will tolerate certain conditions better than others.

*Pros and cons of tree selections used by the city of Cleveland*

The city of Cleveland has had a master shade tree program for the past thirty years and during that time a great number of tree selections have been planted. Some of them have proven to be fair to excellent in their adaptation to street tree conditions with low maintenance and adaptability to the growing conditions in the Cleveland area. Still others have been discontinued completely or planted in a very limited number. However, some of these trees are still suitable for areas such as parks, golf courses, cemeteries, etc. Discontinued trees in our planting program are listed below.

1. Acer Platanoides "Globe" (Discontinued)

Too low of a head, pedestrian and traffic problem.

2. Acer Pseudoplatanus (Used in limited quantity)

Fair.

3. Betula (Discontinued)
   Susceptible to Bores.

4. Cornus Florida (Discontinued)
   Not tolerant to city growing conditions - Susceptible to Bores.

5. Crataegus Oxyacantha "Pauli" (Discontinued)
   Continuous desucking required - Susceptible to Aphids.

6. Evodia Danielli (Discontinued)
   Difficult to maintain good growth habit.

7. Fraxinus Angustifolia "Pirone" (Discontinued)
   Susceptible to Bores.

8. Fraxinus Holotricha (Discontinued)
   Susceptible to Bores.

9. Fraxinus Ornus (Discontinued)
   Susceptible to Bores.

10. Fraxinus Quadrangulata (Discontinued)
    Susceptible to Bores.

11. Fraxinus Velutina (Discontinued)
    Susceptible to Bores.

12. Koelreuteria Paniculata (Good) (Used in limited quantity)
    Difficult to maintain good growth habit.

13. Malus Atrosanguinea (Discontinued)
    Has low wide spreading, growth habit - difficult to trim.

14. Malus Lemoine (Discontinued)
Has low wide spreading, growth habit - difficult to trim.

15. Morus Alba Kingan (Discontinued)
Susceptible to Canker - Due to bark injury.

16. Phellodendron Amurense (Limited quantity)
Difficult to maintain good growth habit.

17. Robinia Pseudoacacia (Discontinued)
Susceptible to Bores.

18. Robinia Pseudoacacia "Globe" (Discontinued)
Susceptible to Bores.

19. Robinia Pseudoacacia "Idaho" (Discontinued)
Susceptible to Bores.

20. Sorbus Aria (Discontinued)
Susceptible to Fire Blight.

21. Sorbus Aucuparia (Used in limited quantity)
Susceptible to Bores and Fire Blight.

22. Syringa Amurensis Japonica (Discontinued)
Difficult to maintain good growth habit.

23. Ulmus Carpinifolia Umbraculifera (Discontinued)
Dutch Elm Disease.

Additional list of trees used and evaluation

1. Acer Argutum "Stripe Bark Maple" - (Being used for narrow tree lawn planting: however it is susceptible to scorch).

2. Acer Buergeriana "Trident Maple" - (Slow to develop but interesting and a good prospect where a small tree is needed. Should have a sufficiently wide tree lawn).

3. Acer Platanoides "Cleveland" - (Cleveland Norway Maple) - (3 through 6 - Most selected varieties are desirable street trees. Have tendency to shade out lawn areas near maturity. Maintenance required for Aphids).

4. Acer Platanoides "Columnar" - (Uprite Norway Maple) - (See #3 reference).

5. Acer Platanoides "Crimson King" - (Have tendency to shade out lawn areas).

6. Acer Platanoides "Schwedleri" (Schwedler Norway Maple) - (See #5 reference).

7. Acer Rubrum Conica "Scanlon" - (Scanlon Red Maple and Armstrong Red Maple) - (These varieties are used extensively. A good street tree).

8. Acer Saccharum (Sugar Maple) - (Same as #7 - Less hardy than red maple. Older trees show decline in some areas due possibly to pollution, low water table or other unknown causes. Green mountain - improved selection).

9. Aescules Carnes Brioti (Ruby Red Norsechestnut) - Slow to develop - limited use.

10. Alnus Cordata (Italian Alder) - (Fine appearance in form and leaf texture. A seedless variety would be desirable).

11. Cercidiphyllum Japonicum (Katsura Tree) - (Good tree - should be used more often).

12. Celtis Laevigata - Mississippiensis (Sugar Hackberry) - (No evidence of witches broom in 12 year old planting: no other problems. A good prospect. Surface roots raise walks on narrow tree lawn).

13. Crataegus Lavallei (Lavalee Hawthorn) - (As it develops becomes top heavy and leans - Training after being planted or perhaps in nursery may help).

14. Crataegus Phaenopyrum (Washington Hawthorn) - (Best of hawthorns we have used).

15. Eucommla Ulmoides (Hardy Rubber Tree) - (Rich green foliage - Good form, a good tree: tremendous potential).

16. Fraxinus Pennsylvanica Lanceolata "Marshall Seedless Green Ash" - (Used extensively for street tree planting).

17. Gleditsia Triacanthos - Inermis "Moraine" - (Moraine Thornless Honeylocust) - (Ref. #17 and 18 - Selected varieties are good. We like and use skyline most of all).

18. Gleditsia Triacanthos Inermis "Skyline Honeylocust" - (See Ref. #17).

19. Koelreuteria Paniculata - (Golden Rain Tree) - (Good tree but a better street tree form would be desirable. Present plantings required considerable training).

20. Liquidambar Styraciflua (Sweet Gum) - (Public overlooks seed problem because of this tree's many other desirable characteristics. Lacks winter hardiness as observed during the past few years).

21. Malus "Almey" (Almey Crabapple) - (Public objects to large fruit. Recommended varieties be planted that bear small fruit. Sufficiently wide tree lawn is required for low spreading forms to develop).

22. Malus Atrosanguinea (Carmine Crabapple) - (See ref. #21).

23. Ulmus Carpinifolia "Buisman" (Buisman Elm) - (Used quite a bit in elm replacement plantings, improved forms in disease resistant varieties desirable. Surface roots create problems).

24. Pyrus Calleryana (Callery Pear) - (Very desirable as a tree needed for narrow tree lawn it is susceptible to Fire Blight).

25. Quercus Imbricaria (Shingle Oak) - (25-28) - (All are proven good street trees. Sufficiently wide tree lawn required to offset later conflicts. Shingle oak is very good and should be used more than it is).

26. Quercus Phellos (Willow Oak) - (See #25 reference).

27. Quercus Robur (English Oak) - (See #25 reference).

28. Quercus Shumardi (Texas Red Oak) - (See #25 reference).

29. Sophora Japonica (Japanese Pagoda Tree) - (Somewhat weak structurally - May break up in high winds if planted in exposed, open areas. Ideal tree otherwise).

30. Tilia Cordata (Little Leaf Linden) - (Selected varieties used and recommended. We use this tree extensively).

31. Ulmus Pumila "Coolshade" (Siberian Elm - improved) - (Shows promise for elm substitute).

32. Zelkova Serrata (Japanese Zelkova) - (Terrific where large tree can be used. Problems at first with nectria canker, however, this evidently has been overcome.

# Municipalité de Cleveland Programme de protection des arbres d'ornement

Ralph M. Veverka

Cleveland
États-Unis

Cleveland fut longtemps surnommée la cité forestière à cause des nombreux arbres situés en bordure de ses rues et de ses promenades. C'était alors une ville d'une exceptionnelle beauté.

Puis, avec la croissance de la ville, les conditions dans lesquelles les arbres poussaient se détériorèrent. Suie, fumée, maladies, insectes, vandalisme, dégâts causés par les véhicules, fils aériens, élargissement des rues, manque d'entretien, tout concourut à la destruction de ces arbres autrefois si magnifiques.

La prolifération des fils aériens amena les responsables à tailler la cime et le contour des arbres, qui s'en trouvèrent non seulement défigurés, mais affaiblis et plus vulnérables aux brûlures du soleil ainsi qu'aux attaques des maladies et des insectes. L'installation d'un plus grand nombre d'égouts collecteurs, l'élargissement des rues et les autres travaux souterrains endommagèrent les racines.

Les premières plantations étaient trop rapprochées les unes des autres. Sur des lots de cinquante pieds, on avait planté deux ou trois arbres qui avaient fini par donner beaucoup trop d'ombrage et par endommager les trottoirs, les avenues et les égouts. L'empiètement des zones pavées entraîna une diminution des espaces réservés aux plantations d'arbres. Les gros arbres qui occupaient de vastes terrains se retrouvèrent confinés dans de petits espaces. On continua néanmoins à planter ces grandes espèces qui, trop à l'étroit, ne tardèrent pas à devenir sources de problèmes.

*Municipalité de Cleveland - Etude sur les arbres plantés en bordure des rues 1939 et 1965*

Au recensement de 1939, la ville comptait une population de plus de 118 000 arbres.

Quatre-vingt-dix-huit pour cent (98 %) de cette population se composait d'arbres représentant environ quarante (40) différentes espèces, bien que plus de cent différentes espèces aient été découvertes.

Les espèces qui composaient environ quatre-vingt pour cent (80 %) de la population étaient les suivantes:

| | |
|---|---|
| Érable argenté | 22 000 |
| Sycomore | 20 000 |
| Orme | 29 000 |
| Érable de Norvège | 12 000 |
| Catalpa | 10 000 |

Lors de notre étude en 1965, le nombre d'arbres atteignait 93 391. Soixante-quinze pour cent (75 %) de cette population appartenait à neuf espèces ou familles.

| | |
|---|---|
| Érable de Norvège | 21 141 |
| Orme | 13 701 |
| Sycomore | 13 094 |
| Érable argenté | 10 617 |
| Érable à sucre | 6 351 |
| Chêne | 3 238 |
| Frêne | 2 959 |
| Érable rouge | 1 620 |
| Tilleul | 1 542 |

Au cours du présent exposé sur le programme de protection des arbres d'ornement de Cleveland, j'essaierai de vous glisser quelques mots sur l'évolution et les conditions d'existence de ce programme, ainsi que sur son orientation actuelle et future.

D'après nos dossiers, la première plantation importante d'arbres eut lieu en 1850, année où l'on planta le long de l'avenue principale, l'avenue Euclide, des ormes appartenant à des variétés américaines et anglaises. Ce travail de plantation se poursuivit jusqu'au début de 1930 lorsque villes et villages, aux prises soudainement avec une économie déprimée, durent abolir un grand nombre de services par suite du manque de fonds.

Au milieu des années 30, un projet de travail (W.P.A.) parrainé par le gouvernement fédéral fut mis en oeuvre dans la ville et des centaines d'hommes commencèrent à enlever, émonder et planter des arbres. On ne planta alors que quelques variétés qui eurent de la difficulté à s'adapter aux diverses conditions de la ville; le projet eut toutefois des résultats positifs en ce qu'il permit aux autorités d'effectuer une enquête sur les arbres qui embellissaient la ville ou, si l'on veut, de recenser les principales espèces qui y poussaient. Un comité composé de citoyens que le projet intéressait fut formé afin de réaliser un programme visant l'entretien des arbres plantés en bordure de rue.

Voici un énoncé des principales recommandations de ce comité:

1 Qu'un service chargé de l'entretien des arbres situés en bordure des rues soit établi.

2 Que l'on nomme à la tête de ce service une personne expérimentée.

3 Que l'on prenne bien soin de choisir des arbres qui conviennent aux diverses conditions du milieu.

4 Que l'on protège les arbres contre les mauvais traitements qui leur sont infligés durant les travaux de construction, d'amélioration des rues et d'installation de services publics souterrains et en surface.

5 Qu'une vaste campagne de propagande soit menée en faveur de la réduction de la pollution atmosphérique et de l'élimination des fils aériens afin que ces menaces au bien-être des arbres soient réduites ou supprimées le plus rapidement possible.

6 Qu'on s'assure le concours des citoyens et qu'on les incite à être fiers de leurs arbres.

7 Que les règlements de la municipalité concernant la plantation et la protection des arbres soient étudiés et améliorés.

En 1956, M. Edward Scanlon, l'un des défenseurs de l'utilisation fonctionnelle des arbes au sein du service municipal d'aménagement, fut chargé de surveiller les travaux et des mesures immédiates furent prises afin

de mettre sur pied un programme de protection efficace. Une division des arbres d'ornement fut créée et le personnel augmenté. On acheta le matériel et les fournitures dont on avait le plus besoin. Une ancienne pépinière fut remise en exploitation afin de produire des arbres en vue de la plantation, du remplacement et du développement de différentes espèces et d'espèces nouvellement sélectionnées, et l'on élabora un programme type sur les arbres d'ombrage, pour l'application duquel la ville fut divisée en districts afin d'assurer une meilleure surveillance.

Le plan prévoyait l'abattage des arbres trop vieux ou indésirables et leur remplacement par de nouveaux sujets mieux adaptés. Les fonds recueillis grâce aux émissions d'obligations permirent à la municipalité d'acheter un grand nombre de nouvelles variétés.

Permettez-moi de vous entretenir quelques minutes de notre division des arbres d'ornement de la ville de Cleveland:

1 Division du Service des propriétés publiques
2 Districts
3 Commissaire
    Surveillant en chef
    Surveillants de district
    Surveillants
    Élagueurs
    Aides-élagueurs
    Conducteurs de véhicule
    Manoeuvres
4 Budget - Personnel
5 Activités
6 Pépinière

(Exposer les fonctions dévolues à chacun des groupes - les données budgétaires et les activités de la division).

Au cours des vingt-deux dernières années, nous avons planté plus de 75 000 arbres, représentant entre cent vingt-cinq et cent cinquante espèces ou variétés différentes. Certains se sont bien développés tandis que d'autres n'ont été que sources de déceptions, soit qu'ils ne réussissaient pas à s'acclimater ou qu'il succombaient aux attaques des maladies ou des insectes, soit qu'ils se développaient mal, ou encore qu'ils exigeaient un entretien excessif.

Certains arbres poussent lentement et exigent parfois jusqu'à vingt ans et plus de soins particuliers avant de devenir des spécimens.

Par ailleurs, nous devons tenir compte des grandes variations que nous connaissons dans le climat, les précipitations, le vent et la composition du sol. Ce que j'essaie de faire comprendre, en fait, c'est que certains arbres sont appelés à mieux se comporter dans la région de Cleveland qu'ailleurs et que certains de vos arbres les mieux acclimatés ne réussiraient peut-être pas à s'adapter dans notre région. Les changements soudains de température nuisent énormément à certaines espèces. Nous avons découvert qu'à Cleveland, certains arbres se développaient mieux dans certains quartiers de la ville que dans d'autres, même si la distance qui sépare ces quartiers n'est parfois que de dix milles. Cela est dû aux différences de composition du sol et à l'influence du lac Érié sur les températures et les vents dominants.

Toutefois, quel que soit leur type, leur taille, leur forme, tous les arbres ont une place qui leur convient. Songez seulement au nombre d'arbres jugés indésirables dans votre région et qui seraient fort appréciés dans une autre région où ils seraient les seuls à survivre et prospérer.

*Facteurs à considérer dans le choix des arbres à planter en bordure des rues*

1 Forme

L'arbre exige-t-il beaucoup de taille d'entretien? Acquiert-il une belle apparence naturellement ou exige-t-il de fréquents élagages?

2 Taille à maturité

Quelle grosseur atteint-il à maturité? Convient-il pour l'espace prévu? Risque-t-il d'empiéter sur les terrains voisins, de briser les trottoirs, d'endommager les installations des services publics?

3 Rythme de croissance

Produira-t-il l'effet désiré dans un délai raisonnable ou devrez-vous pour cela attendre des années?

4 Adaptabilité

S'accommodera-t-il des conditions du sol, du froid, du climat? Pourra-t-il supporter la réverbération de chaleur émanant de la rue et des immeubles? Supportera-t-il la sécheresse ou l'humidité?

5 Sensibilité

Résistera-t-il aux attaques des maladies et des insectes? Est-on raisonnablement en mesure de lutter contre ces attaques? A-t-on les moyens d'y apporter une attention constante?

La réussite d'une plantation en bordure de rues suppose:

1 Un vaste choix d'arbres

(Il faut planter le plus grand nombre de variétés possible). On a de la difficulté actuellement à trouver certains arbres les mieux adaptés car ils sont plus difficiles à propager et probablement parce que leur commercialisation prend plus de temps.

2 Une planification et une sélection soignées

Il s'agit de choisir les variétés les mieux adaptées aux diverses conditions et situations. (Tenir compte du sol, du drainage, des obstacles souterrains et aériens, de la largeur des rues et de l'emplacement, de la distance des édifices).

3 Une manipulation soignée des arbres avant la plantation
Cette étape du travail met en cause les producteurs ou les pépiniéristes. Lors de l'arrachage, il faut faire attention à ne pas endommager le système radiculaire afin que les racines puissent continuer de pousser normalement après la transplantation. Les pépiniéristes consciencieux prennent soin habituellement de tailler les racines ou de transplanter les arbres plusieurs fois afin de favoriser un système radiculaire plus compact.

Après l'arrachage, il est important de garder les racines humides et recouvertes, y compris durant le transport jusqu'au lieu de plantation. La moindre négligence à cet égard peut provoquer la mort des arbres. Un grand nombre de pertes sont dues à de mauvaises conditions de manutention et de transport. Il appartient au producteur de voir à ce que les plants soient livrés en bon état. A la livraison, l'acheteur doit prendre les mêmes précautions et voir à ce que les arbres soient mis en jauge et gardés humides jusqu'à la plantation.

4 L'observation de certaines précautions lors de la plantation
Creuser un trou assez grand pour pouvoir étaler les racines, tailler les racines brisées, déposer de la terre fertile autour des racines, planter l'arbre à la même profondeur qu'il se trouvait à la pépinière, arroser, lier l'arbre à un tuteur, épandre un paillis sur le sol autour de l'arbre, élaguer, notamment recéper et émonder.

5 Un entretien adéquat après la plantation
Il importe de bien entretenir les arbres, notamment au cours des deux premières années. Élagage, tuteurage, etc.

Des listes d'arbres recommandés pour les plantations en bordure de rues ont souvent été dressées. Aucune d'elles ne peut s'appliquer à tous les endroits ni résoudre les nombreux problèmes d'entretien quotidien. Un grand nombre de facteurs influent sur la croissance d'un arbre et, comme on l'a déjà souligné, certaines espèces supporteront mieux que d'autres

certaines conditions

*Les avantages et inconvénients des méthodes de sélection utilisées par la ville de Cleveland*

La ville de Cleveland a appliqué un programme de protection des arbres d'ornement durant les trente dernières années au cours desquelles elle a planté un grand nombre de sujets sélectionnés. Certains d'entre eux se sont assez bien adaptés aux conditions du milieu et au voisinage des rues et se sont révélés faciles d'entretien. On a dû par contre abandonner l'emploi de certaines autres espèces ou réduire le nombre de sujets à planter. Ces arbres peuvent quand même très bien convenir dans des endroits comme les parcs, terrains de golf, cimetières. On trouvera ci-après la liste des arbres dont la plantation a été discontinuée.

1. Acer Platanoides "Globe" (Emploi abandonné)
   Cime trop basse, problèmes sur le plan de la circulation des piétons et des automobiles.

2. Acer Pseudoplatanus (Utilisé en quantité limitée)
   Adaptation assez bonne.

3. Betula (Emploi abandonné)
   Sensible aux attaques des insectes térébrants.

4. Cornus Florida (Emploi abandonné)
   Ne peut supporter les facteurs défavorables du milieu urbain.
   Sensible aux attaques des insectes térébrants.

5. Crataegus Oxyacantha "Pauli" (Emploi abandonné)
   Élimination constante des drageons.
   Sensible aux attaques des pucerons.

6. Evodia Danielli (Emploi abandonné)
   Port difficile à maintenir.

7. Fraxinus Angustifolia "Pirone" (Emploi abandonné)
   Sensible aux attaques des insectes térébrants.

8. Fraxinus Holotricha (Emploi abandonné)
   Sensible aux attaques des insectes térébrants.

9. Fraxinus Ornus (Emploi abandonné)
   Sensible aux attaques des insectes térébrants.

10. Fraxinus Quadrangulata (Emploi abandonné)
    Sensible aux attaques des insectes térébrants.

11. Fraxinus Velutina (Emploi abandonné)
    Sensibles aux attaques des insectes térébrants.

12. Koelreuteria Paniculata (Bon) (Utilisé en quantité limitée)
    Port difficile à maintenir.

13. Malus Atrosanguinea (Emploi abandonné)
    Port bas, étalé.
    Élagage difficile.

14. Malus "Le Moine" (Emploi abandonné)
    Port bas, étalé.
    Élagage difficile.

15. Morus Alba Kingan (Emploi abandonné)
    Sujet au chancre lorsqu'il est blessé à l'écorce.

16. Phellodendron Amurense (Quantité limitée)
    Port difficile à maintenir.

17. Robinia Pseudoacacia (Emploi abandonné)
    Sensible aux attaques des insectes térébrants.

18. Robinia Pseudoacacia "Globe" (Emploi abandonné)
Sensible aux attaques des insectes térébrants.

19. Robinia Pseudoacacia "Idaho" (Emploi abandonné)
Sensible aux attaques des insectes térébrants.

20. Sorbus Aria (Emploi abandonné)
Sensible au feu bactérien.

21. Sorbus Aucuparia (Utilisé en quantité limitée)
Sensible aux attaques des insectes térébrants et au feu bactérien.

22. Syringa Amurensis Japonica (Emploi abandonné)
Port difficile à maintenir.

23. Ulmus Carpinifolia Umbraculifera (Emploi abandonné)
Maladie hollandaise de l'orme.

Arbres utilisés - Liste complémentaire et évaluation

1. Acer argutum "Stripe Bark Maple" (érable à écorce rayée) (utilisé dans les espaces étroits; sujet, toutefois, au roussissement).

2. Acer Buergeriana "Érable Trident"
(Lent à pousser mais intéressant; convient très bien dans les endroits où l'on désire planter un petit arbre. Requiert un espace assez vaste).

3. Acer platanoides "Cleveland" (Érable de Cleveland)
(3 à 6 - La plupart des variétés chosies conviennent très bien le long des rues. A maturité, ces variétés ont tendance à trop ombrager les pelouses. Exige beaucoup d'entretien contre les pucerons).

4. Acer platanoides "Columnar" (Érable plane colonnaire)
(Voir n° 3)

5. Acer platanoides "Crimson King"
A tendance à trop ombrager les pelouses.

6. Acer platanoides "Schwedleri" (Érable de Schwedler à feuillage pourpre)
(Voir n° 5)

7. Acer rubrun conica "Scanlon" (Érable rouge Scanlon et Armstrong)
Ces variétés sont très répandues. Convient très bien en bordure de rue.

8. Acer saccharum (Érable à sucre)
(Voir n° 7. - Moins vigoureux que l'érable rouge. Les sujets plus vieux montrent des signes de dépérissement dans certaines régions en raison possiblement de la pollution, de la profondeur de la nappe phréatique et d'autres facteurs inconnus. "Green Mountain" - Sélection améliorée).

9. Aescules carnes brioti (Marronnier à fleurs rouges)
(Lent à pousser - Emploi limité).

10. Alnus Cordata (Aulne italien)
(Belle apparence et texture des feuilles. Une variété asperme serait préférable).

11. Cercidiphyllum japonicum (Cercidophylle du Japon)
(Bon arbre - Devrait être utilisé plus souvent).

12. Celtis laevigata - Missisippiensis (Micocoulier à sucre)
(Aucune trace de balai de sorcière chez les sujets de 12 ans. Aucun autre problème. Bons sujets. Les racines soulèvent les trottoirs

lorsque l'emplacement est trop étroit).

13. Crataegus lavallei (Aubépine de Lavallé)
(L'arbre penche en vieillissant car sa cime devient trop épaisse. On aurait intérêt à le palisser après la plantation ou peut-être même, à la pépinière).

14. Crataegus phaenopyrum (Aubépine de Washington)
(Le type d'aubépine qui a donné les meilleurs résultats).

15. Eucommia ulmoides (Arbre à gomme)
(Feuillage d'un vert riche - Belle silhouette, bon sujet, potentiel énorme).

16. Fraxinus pennsylvanica lanceolata "Marshall" (Frêne vert asperme)
(Très utilisé en bordure des rues).

17. Gleditsia triacanthos inermis "Moraine" (Févier inerme des moraines)
Voir n$^{os}$ 17 et 18 - Les variétés sélectionnées sont bonnes.
Nous utilisons surtout la variété "Skyline".

18. Gleditsia triacanthos inermis "Shyline" (Févier à Trois épines)
(Voir n° 17).

19. Koelreuteria paniculata (Savonnier)
(Bon arbre mais sa forme ne convient pas très bien en bordure de rue. Les plantations actuelles nécessitent plusieurs palissages).

20. Liquidambar styraciflua (Copalme)
(On oublie facilement les problèmes engendrés par les graines lorsqu'on songe aux nombreuses caractéristiques intéressantes que possède cet arbre. S'est révélé peu résistant au froid ces dernières années).

21. Malus "Almey" (pommetier Almey)
(Peu populaire en raison de ses gros fruits. On conseille de planter des variétés produisant des petits fruits. La forme basse étalée de ce pommetier exige un emplacement assez grand).

22. Malus atrosanguinea (Pommetier à feuillage carmin)
(Voir n° 21)

23. Ulmus carpinifolia "Buisman" (orme Christine Buisman)
(Remplace très souvent les ormes; il est conseillé d'utiliser les variétés améliorées qui présentent une plus grande résistance aux maladies. Les racines en surface créent des problèmes).

24. Pyrus calleryana (Poirier Callery)
(Convient très bien dans les espaces étroits. Sujet au feu bactérien).

25. Quercus imbricaria (Chêne à lattes)
(25-28) - (Se sont tous révélés de bons arbres en bordure de rue. Il vaut mieux prévoir suffisamment d'espace afin d'éviter les troubles ultérieurs. Le chêne à lattes gagnerait à être utilisé plus souvent).

26. Quercus phellos (Chêne saule)
(Voir n° 25)

27. Quercus robur (Chêne anglais)
(Voir n° 25)

28. Quercus shumardi (Chêne rouge du Texas)
(Voir n° 25)

29. Sophora japonica (Sophora du Japon)
(Structure un peu faible - Éviter de le planter dans des endroits

isolés exposés au vent car il pourrait casser. Très bon arbre par ailleurs).

30. Tilia cordata (Tilleul à petites feuilles)
(On conseille d'utiliser les variétés sélectionnées. Nous l'utilisons beaucoup).

31. Ulmus pumila "Coolshade" (Orme de Sibérie, amélioré)
(Appelé à remplacer l'orme).

32. Zelkova serrata (Zelkova du Japon)
(Magnifique dans les endroits destinés aux gros arbres. Au tout début, problèmes de chancre que nous avons rapidement surmontés.

# City Trees for the Future

Frank S. Santamour

Research Geneticist
U.S. National Arboretum
Washington
U.S.A.

City streets, planters, and rooftop gardens are not ideal sites for landscape trees. Yet these places are among the locations where modern man has chosen to plant trees in order to improve the quality of the urban environment. Trees in cities are exposed to environmental stress factors that are of little consequence in natural forests and woodlands. We need genetically selected and improved trees that can survive and prosper, in spite of these stresses, for the cities of the future.

Since the research project on "Cytogenetics, Breeding, and Selection of Landscape Trees" was established at the U.S. National Arboretum in 1967, I have presented several papers in which I have attempted to put urban tree improvement into a proper perspective for forestry-trained scientists. I have also tried to show how arboreta and botanical gardens could assist in the effort to obtain better trees. Rather than attempt to rewrite much of this material, I have chosen to excerpt from these earlier papers in the hope that what was said at that time would be worth repeating. This syle of "reporting" may lack the smoothness of transition that should characterize good writing, but I hope you will bear with me.

The best currently available treatise on the potentials of urban tree improvement is "Better Trees for Metropolitan Landscapes" (Santamour, Gerhold, and Little 1976) and I would urge you to obtain a copy.

## IMPROVEMENTS NEEDED

### Pest Resistance

I doubt seriously whether many persons would take exception to the concept that the most ecologically and economically sound method of pest control is the development of pest-resistant plants. I also doubt whether many persons consider this approach altogether feasible when

dealing with trees: trees that must survive for decades against the ravages of pests whose life cycles may be measured in hours or months.

To further complicate the host-pest relationships of street and landscape trees, the wide range of biotic and abiotic stresses to which the tree is subjected may lower any potential resistance below "threshold" levels.

Still, any tree genetics or improvement project worthy of the name must consider pest resistance as a major goal and strive to produce cultivars or populations that are superior in pest resistance to the trees commonly used in the nursery trade. Selection of trees for vigor, cold hardiness, salt and air pollution tolerance, rapid wound healing, and other "adaptability" factors is, in effect, a type of selection for pest resistance (Santamour 1977a). Determining the causes of pest resistance is one of the most potentially rewarding, and presently frustrating, areas of research. With increasing technology and additional expenditures for research, we may some day understand the bases of host-pest relationships in major plant diseases. However, we can still find resistance, determine resistance and breed for resistance even if we do not know the reasons for resistance (Santamour 1979a).

Injury "Resistance"

All trees are subject to wounding. Forest trees in natural areas may be injured by fire, weather, or animals. Landscape trees may be intentionally wounded above ground level by pruning operations for esthetic purposes and during the clearance operations. Other intentional wounds are inflicted when various chemicals are introduced into the tree trunk to combat disease and insect pests or to correct mineral nutritional deficiencies. Vandalism is another source of intentional wounding. The wide variety of accidental wounds to trees is limited only by the possible or seemingly impossible activities of man and his machines.

Until recently, tree wounds and the wood discoloration and decay brought about by wounding were considered to be a "fact of life" that the arborist would just have to live with. In speaking to various groups about the potential of genetic improvement of landscape trees, I have often stated that we could breed and select for resistance or tolerance to all urban stresses except automobiles. Today, even though the smaller compact cars still represent a formidable danger to curbside trees, we may have the opportunity to develop trees "resistant" to injury.

The heritability of wound compartmentalization has now been demonstrated in a number of species. Landscape tree cultivars presently in the trade should be tested for this important survival trait. Breeding and selection programs to develop superior new cultivars should include wound compartmentalization among the selection criteria (Santamour 1979b).

Cold Hardiness

Climatic adaptability is obviously an important characteristic, and winter or cold hardiness is the most frequently cited criterion. Data given in most tree lists on the northernmost "Hardiness Zone" are based on species performance. A nurseryman growing red maple seedlings of local origin in Tennessee may advertise his product as being hardy to Zone 3 (say, St. Paul, Minnesota). While it is true that Acer rubrum has a native range encompassing Zone 3, and even parts of Zone 2, there is no guarantee, and little likelihood, that the Tennessee maples will be completely adapted to the colder climates.

One of the most neglected aspects of tree adaptability in the nursery trade is the matter of provenance, or geographic origin of the genetic material. Our native tree species frequently occupy a wide latitudinal and elevational range. Particular populations grow where they do because they are acclimated to the natural environment. Movement of this germ

plasm too far north, or south, may result in less than optimum growth and survival.

For non-native species, there is frequently much less information available. We may know the native range of the species but not the precise locality of origin of our seed or of a tree in an arboretum. Judgments as to potential hardiness are sometimes based on the coldest zone in which a tree of a particular species exists. Many mistakes have been made by using this criterion of hardiness (Santamour 1976a).

Arborists and horticulturists have seldom been concerned with root hardiness. The root systems of the plants they grow and maintain are usually insultated from temperature extremes by soil, sod, mulch, and other natural or artificial coverings around the plants. However, the current popularity of growing shrubs and trees in large above-ground containers in urban areas has focused more attention on root hardiness. The data on these green ash seedlings do show that there are significant differences in root hardiness among plants of the same species from different geographic origins. If seedling trees are to be grown outdoors in above-ground containers, they should be grown from seed of the most northern seed sources obtainable. Budded or grafted cultivars, regardless of the origin of the scion, should be propagated on northern-origin rootstocks (Santamour 1979c).

## Pollution Tolerance

There can be no doubt that the wide variety of toxic chemical air pollutants dumped into the cities' air by industry, automobiles, and the generation of electricity may injure trees in urban areas. Among these pollutants are ozone, PAN (peroxyacetal nitrate), ethylene, nitrogen oxides, fluorides, and sulfur dioxide. While there is a wealth or published material about air pollution tolerance of vegetable and crop

plants, little is known about the effects of air pollution on trees (Santamour 1969a).

The selection and breeding of shade trees resistant to air pollutants offers one of the best means of reducing the effects of pollution on trees in urban areas. The results of this preliminary study indicate that there is sufficient interspecific and intraspecific variation in resistance to sulfur dioxide and ozone to make breeding for resistance to these pollutants feasible. In addition, the variation in height growth among Platanus seedlings in filtered and ambient air demonstrated an alternative approach to fumigation tests in selecting trees for polluted urban environments. Further research will be needed to determine the relative importance of 1) growth retardation caused by chronic, low pollution levels, and 2) leaf injury caused by major pollution episodes, as factors contributing to the survival of city trees (Santamour 1969b).

Salt Tolerance

In many areas of northern United States where vehicular traffic is heavy and winter snows are common, snow removal on roadways is accomplished by massive applications of sodium chloride. The resultant high concentrations of salt in the soil near the road may retard the growth of roadside trees and may even kill trees of certain species. Furthermore, salt can adversely affect soil structure, resulting in poor drainage and poor aeration.

Further genetic research at the intraspecific level and among crosscompatible groups of important shade tree genera should disclose sufficient variation to make individual tree selection and selective breeding for salt tolerance a meaningful research endeavor (Santamour 1969a).

The foregoing comments on "Improvements Needed" do not tell the whole story. There are many more areas of interesting and potentially signifi-

cant research activity. As I see the future situation, there will be tremendous "underground" explosion in tree research. Soil factors must be examined, especially soil compaction, in the light of tree survival on difficult sites. The root systems of trees must be studied to determine if there are genetically controlled characteristics relating to adaptability that we can utilize in selection and breeding programs. And what about root wounding, flooding tolerances, soil-borne pathogens, and mycorhizae? Root research is difficult, but it will be necessary if we are to produce the best trees for the cities of tomorrow.

## IMPROVEMENT TECHNIQUES

### Species Introduction

When we think of species introduction, we tend to think of imports from foreign countries. However, the phrase should be used to cover the introduction into purposeful and intensive cultivation of not only exotic (foreign) species but also native species (Santamour 1980a).

Past plant exploration for hardy exotic trees was conducted largely along opportunistic rather than systematic lines, and with few exceptions, this method has persisted to the present day. It is likely that no single organization has the land, labor, money, interest, or tenacity to adequately develop a broad genetic base for the exotic species of even a single large genus, like the maples. The enormity of the task of assembling germ plasm collections for the thousands of horticulturally important exotic species is sufficient to dissuade most arboreta, experiment stations, or nurseries from even making a start (Santamour 1977b).

#### Native vs. exotic trees

The increased interest in amenity plantings in many areas of the United States and, I am sure, throughout the world, has led to at

least an undercurrent of misplaced regional or national pride in native plants and the advocacy of their use in urban areas. Perhaps, on the face of the argument, there is some justification for this viewpoint. Native plants should, at least, be adapted to the general climatic conditions (especially winter temperatures) that obtain in a given area. But the general adaptability of native plants is a function not only of temperature but also water availability, day length, soil conditions, and many other macro- and microenvironmental factors. The city street, park, lot, or parkway is an artificial environment, and the native plant has no evolutionary advantage in many of these situations.

Undoubtedly, the resurgence of interest in native plants will uncover some truly superior trees for urban use and we will all benefit. Still, the "right tree in the right place" may be either native or exotic (Santamour 1980a).

## Diversity Needed

How many species native to foreign lands now are growing in the United States would be difficult to estimate. Indeed, one is tempted to think that practically all foreign tree or shrub species capable of survival in the more temperate zones have already been tried at least once. The "once" in the last sentence is a critical point.

The fact is that, even with the thousands of exotic species presently growing in this country, there may be little genetic diversity within species available for landscape-tree improvement research. Early, and sometimes the only, introductions of certain species were made from plants already under cultivation in their native lands. Furthermore, in some genera like Magnolia, it is

possible that the wild progenitors of some cultivated species no longer exist in the native state.

We should continue to exploit the variation encountered within existing American populations of exotic trees and strive to make further introductions of important foreign species more meaningful for future tree-improvement research. The key to the successful utilization of these foreign introductions, whether from 1777 or 1977, is, of course, testing (Santamour 1977b).

## Selection

### Racial and Stand Selection

Many nurserymen have, over the years, relied on certain trees or stands as parents for the production of seed-propagated species. Often the choice has been dictated merely by convenience, but the economics of production practices would argue that some selection for uniformity of seed germination, growth characteristics, and adaptability to nursery culture must have taken place. The selected trees or stands may or may not have been native to the region where they were growing but the fact that they were selected would indicate that they were at least well-adapted to that particular area. This type of seed source selection and use demonstrates, with few exceptions, the limited attention most nurseries have paid to geographic seed origin.

When the "selling range" of the nursery was restricted to a local area or within a given climatic zone, the seed-propagated progenies could be expected to perform reasonably well. When these progenies were sold and planted outside their zone of origin, the results were erratic and often disastrous. Still, there was a certain measure of

protection against total failures by the built-in genetic variability of the seedlings.

As clonal and cultivar selections became more widely used in the nursery trade, the genetic variation was reduced, and thus the geographic origin was even more important. For many of the more widely used cultivars, the original seed source is unknown or relatively imprecise. One of the most popular red maple (Acer rubrum L.) cultivars was selected in Oregon from trees grown from seed collected "in Pennsylvania". Some cultivars of sweetgum (Liquidambar styraciflua L.), now being sold throughout the country for their attributes of fall color, were selected for this esthetic trait in California, after being grown there from seed of largely unknown origin.

The fact is that we know very little about the geographic origin of most of our cultivars of native trees and, perhaps, even less about the exact origin of exotic species. This lack of knowledge concerning origin has not deterred the widespread sale and use of many cultivars and few catastrophes have been reported that could be traced to improper provenance. Perhaps, if more exact information were available concerning the geographic origin of certain cultivars, the full impact of poor provenance choice could be determined (Santamour 1977b).

## Single-Tree Selection

Single-tree selection is the very backbone of landscape-tree development. Nurserymen have, since the beginning, selected and propagated those trees that differed significantly from the "average" tree of a particular species. Unfortunately, much of this selection was for only visual and visible traits. Thus we have an abundance of dwarf, prostrate, weeping, creeping, and crawling

cultivars with red, yellow, and variegated leaves gracing our nurseries, arboreta, cemeteries, streets, parks and houselots. The most bizarre cultivars have been selected among coniferous species. In most broadleaved deciduous species, the selection criteria of growth habit, growth rate, leaf texture, flower color, etc., have resulted in more "normal" trees. Some of these cultivars may be fine plants, with a wide range of adaptability and resistant or tolerant on the major biotic and abiotic stresses of urban areas. If there are such cultivars, we are indeed fortunate.

Single-tree selection and the vegetative propagation of selected individuals will continue in landscape-tree research and development. It just makes good sense. The key to the success of this method in the future is testing: for climatic adaptability, for tolerance to air pollution and salty or compacted soil, for resistance to major insect and disease pests, and for the ability to recover from injury. We hope that, with the rather recent entry of a few scientists into the field of landscape-tree improvements, nurserymen will be made more aware than ever of the need for thorough and rigorous testing. And we hope that we, as scientists, can practice what we preach (Santamour 1977b).

## Seed Orchards

The term seed orchard might not be familiar to many nurserymen or horticulturists, but the basic idea of a reliable source of seed - true to species and of high quality - has long been a cornerstone of any progressive commercial nursery operation. However, the concept of seed orchards, as refined and developed in forest-tree improvement research, means more than a source of seed, more than a particularly good seed tree, more than a group of native or exotic trees singled out for seed production.

If trees or shrubs are grown from seed, the best, most reliable source of seed is desired - seed that will produce uniform, superior, widely adaptable seedlings. If a nurseryman is not getting what he wants from the seed he collects or buys, seed orchards could be the answer to his problems.

The best seed source is a seed orchard, an artificially created stand of trees that have been selected for, at least, phenotypic (visualor measurable) uniformity in certain traits and which represent more than one geographic area of the species natural range. Obviously, this stand must be located where there is no possibility of unwanted pollination from unselected trees of the same species or from trees of other species that are sexually compatible with the species under study (Santamour 1978).

Breeding - Hybridization

At the National Arboretum, we have been very active in hybridization research because (1) it is a rapid means of producing diversity in an often inadequate gene pool, (2) it gives meaningful clues to species and generic relationships, and (3) it is frequently the only means of transferring certain desirable characteristics (such as disease resistance) to a widely used and adaptable species (Santamour 1977b).

Much is written about species improvement, but frequently the phrase is improperly used or misapplied. The basic unit of tree improvement is not the species, but the genus - or at least those members of the genus with which the principal species is cross-compatible. I should mention that this concept has long been preached by Ernest J. Schreiner, the dean of American forest genetics.

Of course, improvement in biological monotypes must be restricted to a single species. With many cultural monotypes, the superior adaptability of the principal species or the non-availability of related species may so restrict our thinking that we neglect the possibilities of interspecific hybridization. Frequently, the main impetus for a broader multispecies breeding pool is the occurrence of a major disease epidemic or insect infestation. Then we attempt to make up for past neglect by experiments that could have been carried out a decade ago, and from which the answers to certain questions would be at hand.

Thus, the determination of the crossability patterns of our major species, whether called "reconnaisance breeding" or the "shotgun approach", is both scientifically and practically sound. There are two major products of tree-improvement research: knowledge and better trees. We, as scientists, have a certain amount of control over the knowledge aspect, and any experiment is better than none at all. We have far less control over the ultimate use of the improved trees that we produce. Any increase in our knowledge of trees must be considered worthwhile; and if we can someday drive down an avenue of trees that we developed, so much the better (Santamour 1976b).

"Building" Trees

The third way to make a better tree, "building", is a method that is more restricted in its application and has probably not often been considered as an improvement technique. Building a better plant involves grafting (or budding) and will probably only become important in work with shrubs and trees. Successful building requires knowledge that we may not possess at the present time: knowledge of the circumstances that influence graft compatibility. Our current lack of knowledge should not, however, deter us from examining the improvements that could be achieved through "well-built" plants.

The potential horticultural benefits of grafting derive from the selection, testing, and use of rootstocks with superior characteristics. We have tended to ignore root systems in the past simply because they are not readily apparent and are inherently difficult to study. There is a real future for underground research in horticulture, with critical studies on root systems and their soil environment. The building of better trees thus depends on the selection of superior rootstocks and the ability to join these stocks, by grafting, to scions with superior above-ground characteristics.

With increased knowledge about rootstocks and graft compatibility, grafting can become a creative technique rather than merely a production method to be used only when rooting cuttings in difficult or seedling production fails to give the desired level of uniformity (Santamour 1980b).

## The Role of Botanic Gardens and Arboreta

Under the general heading of "Arboreta and Botanical Gardens", there exists a wide diversity of institutional interests and objectives. Some institutions may be "one-man operations", while others may employ a research and teaching staff. Some may specialize in only a single group of plants, while others may maintain vast plant collections. Regardless of physical dimensions, personnel, or administrative affiliation, each and every arboretum can play a significant role in developing new and improved plant materials through hybridization and selection.

Why should arboreta contribute to or engage in the genetic improvement of woody plants? This question can be answered by the reason for this Symposium, the Centennial of the Arnold Arboretum. The long-term nature of genetics reseach with woody plants has probably been a major deterrent to the initiation and maintenance of such projects and may continue to constitute a problem in the minds

of arboretum administrators. But these administrators should recognize that they have the necessary factors, plant collections and time, to make a significant contribution in the development of genetically superior woody plants.

If arboreta are gene "banks" they are performing their functions of deposit and withdrawal. But the arboretum should be more than a bank. It should be a brokerage house, where the genes are invested, compounded, and diversified so that the long-term accrual of dividends can be used to stimulate the development of new projects or institutions or to tide the arboretum over during periods of stress.

What is most important is that arboreta and botanical gardens have an opportunity, and, perhaps, an obligation, to develop improved woody ornamentals. The desire to begin and the commitment to continue a long-range plant breeding program are the only basic requirements (Santamour 1973).

1969 a Air poll FAO
1969 b Air poll PDR
1973 Arnoldia
1976 a First page Symp.
1976 b Second page Symp.
1976 Santamour et al. Symp. total
1977 a Pest Resist. ISA
1977 b SFTIC
1978 Seed orchards
1979 a Pest Resist. BBG
1979 b Wound comp. ISA
1979cc Green ash ISA
1980 Urban For. Conf.
1981 New Horizons (in press)

## Litterature Cited


1 Santamour, Frank S., Jr. 1969a. Breeding trees for tolerance to stress factors of the urban environment. Second World Consultation on Forest Tree Breeding, Document FO-FTQ-69-6/4, 7p.

2 Santamour, Frank S., Jr. 1969b. Air pollution studies on Platanus and American elm seedlings. Plant Disease Reptr. 53: 482-484.

3 Santamour, Frank S., Jr. 1973. Arboreta, genes, and plant improvement. Arnoldia 33(2): 127-134.

4 Santamour, Frank S., Jr. 1976a. Breeding and selecting better trees for metropolitan landscapes. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. NE-22: 1-8.

5 Santamour, Frank S., Jr. 1976b. Perspectives on improvement strategies for metropolitan trees. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. NE-22: 215-220.

6 Santamour, Frank S., Jr. Henry D. Gerhold, and Silas Little (Eds.) 1976. Better trees for metropolitan landscapes. USDA Forest Service Gen. Tech. Report NE-22, 256p.

7 Santamour, Frank S., Jr. 1977a. The selection and breeding of pest-resistant landscape trees. Jour. Arboriculture 3: 146-152.

8 Santamour, Frank S., Jr. 1977b. Breeding better urban trees--Problems, practices, and potentiaL. Southern Forest Tree Impr. Conf. Proc. 14: 2-12.

9 Santamour, Frank S., Jr. 1978. Seed orchards provide seed for uniform, widely adaptable seedlings. Amer. Nurseryman 147(8): 13, 67-71.

10 Santamour, Frank S., Jr. 1979a. Plant breeding for resistance. Brooklyn Bot. Gard. Record, Plants and Gardens, 35(2): 20-23.

11 Santamour, Frank S., Jr. 1979b. Inheritance of wound compartmentalization in soft maples. Jour. Arboriculture 5: 220-225.

12 Santamour, Frank S., Jr. 1979c. Root hardiness of green ash seedlings from different provenances. Jour. Arboriculture 5: 276-279.

13 Santamour, Frank S., Jr. 1980a. Developing improved cultivars for urban forests. Proc. Nat'l Urban Forestry Conf., Vol. II: 491-499 (1978).

14 Santamour, Frank S., Jr. 1980b. How to build a better tree. New Horizons from the Horticultural Research Institute (In Press).

# L'adaptation des arbres au milieu urbain

Frank S. Santamour

Chercheur généticien
U.S. National Arboretum
Washington
États-Unis

Les voies urbaines, les bacs et les jardins sur les toits ne constituent pas des endroits propices à la croissance des arbres d'ornement. Pourtant, ces emplacements figurent parmi ceux que l'homme moderne a choisis pour planter des arbres afin d'améliorer la qualité de l'environnement urbain. En ville, les arbres sont beaucoup plus exposés et beaucoup plus sensibles aux diverses agressions du milieu que dans leur habitat naturel. Pour l'embellissement des villes de demain, il nous faut des arbres choisis et améliorés en fonction de la génétique, des arbres qui puissent survivre et prospérer en dépit des facteurs défavorables du milieu.

Depuis la mise en oeuvre au U.S. National Arboratum, en 1967, du projet de recherche sur la cytogénétique, l'hybridation et la sélection des arbres d'ornement, j'ai eu plusieurs fois l'occasion de présenter des exposés dans lesquels j'ai tenté de situer l'amélioration générale des arbres en milieu urbain dans une perspective adaptée au travail des chercheurs en foresterie. J'ai également essayé de montrer le rôle que les arboretums et les jardins botaniques pouvaient jouer dans l'amélioration qualitative des arbres. Plutôt que d'essayer de récrire une bonne partie de ces documents, j'ai préféré vous livrer uniquement les passages qui me paraissent les plus pertinents. Il se peut que ce style de "compte rendu" ne possède pas la souplesse de transition qui devrait caractériser naturellement les bons écrits, mais j'espère que vous ne m'en saurez pas mauvais gré.

Pour ceux qui désirent se renseigner sur les possibilités d'amélioration de l'arbre urbain, je leur conseille de se procurer Better Trees for Metropolitan Landscape (Santamour, Gerhold et Little, 1976), le meilleur ouvrage publié actuellement sur le sujet.

*Améliorations nécessaires - Résistance aux attaques des insectes nuisibles*

Vous conviendrez avec moi que la façon la plus écologique et la plus économique de lutter contre les infestations d'insectes nuisibles consiste encore à produire des plantes capables de résister aux attaques de ces

ravageurs. Je doute fort toutefois qu'un grand nombre d'entre vous jugent cette méthode applicable de façon générale aux arbres, lesquels doivent résister durant des décennies aux attaques d'insectes dont le cycle biologique peut se mesurer en heures ou en mois.

La vaste gamme d'agressions biotiques et abiotiques auxquelles est soumis l'arbre d'ornement risque en outre d'affaiblir sa capacité de résistance au-dessous des limites de tolérance et de rompre l'équilibre de ses relations avec les parasites dont il est l'hôte.

En fait, pour être valable, tout projet de génétique et d'amélioration des arbres doit chercher notamment à accroître la résistance des arbres aux attaques des insectes et à produire des cultivars ou des populations dont la résistance à cet égard serait supérieure à celle des arbres cultivés habituellement en pépinière. La sélection des arbres en fonction de certains facteurs d'adaptabilité comme la vigueur, la résistance au froid, la tolérance au sel et à la pollution, la rapidité de cicatrisation, pourrait contribuer à accroître aussi la résistance parasitaire (Santamour 1977a). La détermination des facteurs de résistance aux attaques des insectes constitue l'un des domaines de recherche les plus prometteurs, bien que les résultats recueillis jusqu'ici soient plutôt décevants. Avec le perfectionnement des techniques et l'augmentation des crédits affectés à la recherche sur les principales maladies des plantes, il se peut que nous en arrivions un jour à mieux comprendre sur quoi reposent les relations qui existent entre les parasites et leurs hôtes. D'ici là, il nous est toujours possible de découvrir des plantes qui soient résistantes aux attaques parasitaires et d'essayer de généraliser ce caractère par l'hybridation, même si les facteurs de résistance nous sont encore inconnus (Santamour 1979a).

*Résistance aux blessures*

Tous les arbres sont sujets aux blessures. Dans leur habitat naturel, les arbres forestiers sont souvent endommagés par le feu, les intempéries

ou les animaux. Les arbres d'ornement peuvent être mutilés à dessein lors des opérations d'émondage ou d'élevage pratiquées pour leur donner une silhouette artistique. On les agresse aussi lorsqu'on introduit dans leur tronc divers produits chimiques destinés à combattre les maladies et les insectes ou à remédier aux déficiences minérales. Le vandalisme constitue une autre source de blessures. En fait, la diversité des blessures accidentelles causées aux arbres n'a de limites que celles de l'activité prévisible ou imprévisible de l'homme et de ses machines.

Jusqu'à tout récemment, les plaies causées aux arbres ainsi que la décoloration et la pourriture du bois qui en résultaient faisaient partie des "réalités de la vie" dont l'arboriculteur devait s'accommoder. Lors de mes diverses conférences sur les possibilités d'amélioration génétique des arbres d'ornement, j'ai souvent déclaré que nous étions en mesure de produire des arbres capables de résister à n'importe quelle agression urbaine sauf à l'automobile. Aujourd'hui, même si les petites compactes représentent toujours un grave danger pour les arbres placés en bordure des trottoirs, nos connaissances nous permettent de croire à la production éventuelle d'arbres capables de "résister" aux blessures.

L'héritabilité du caractère de cicatrisation des blessures a été démontrée chez un certain nombre d'espèces. On devrait s'assurer que les cultivars offerts actuellement sur le marché possèdent cet important facteur de survie. Les programmes de sélection améliorante visant la production de cultivars supérieurs devraient inclure la cicatrisation des blessures parmi les critères de sélection (Santamour 1979b).

*Résistance au froid*

L'adaptabilité climatique constitue évidemment une caractéristique importante, la résistance au froid étant le critère le plus recherché. Les renseignements contenus dans la plupart des listes d'arbres concernant leur zone de rusticité la plus septentrionale sont fondés sur le comportement des espèces. Un pépiniériste qui cultive des plants d'érable

rouge indigène au Tennessee peut classer son produit dans la zone 3 (disons Saint-Paul, Minnesota). Cependant, même s'il est vrai que l'Acer Rubrum peut croître dans toute la zone 3, et même dans certaines parties de la zone 2, il y a peu de chances que les érables originaires du Tennessee réussissent à s'adapter entièrement aux climats plus froids.

L'un des aspects de l'adaptabilité les plus négligés dans les pépinières est la question de la provenance, de l'origine géographique du matériel génétique. Nos espèces indigènes occupent souvent des aires géographiques très variées en latitude comme en élévation. Certaines populations croissent à un endroit donné parce qu'elles se sont adaptées aux conditions du milieu. Qu'on essaie de les cultiver un peu trop au nord ou au sud et il est douteux qu'elles puissent se développer au même rythme, ou même survivre.

Il arrive fréquemment qu'on possède très peu d'informations sur les espèces introduites. Nous connaissons parfois l'aire naturelle de l'espèce mais non la localité précise d'où une semence ou un arbre donné dans un arboretum sont originaires, de sorte que le degré de rusticité est parfois établi en fonction de la zone la plus froide dans laquelle un arbre d'une espèce particulière habite. L'emploi de ce critère de résistance a entraîné un grand nombre d'erreurs (Santamour 1976a).

Les arboriculteurs et les horticulteurs ne se sont guère préoccupés jusqu'à maintenant de la résistance des racines. Les systèmes radiculaires des plantes qu'ils cultivent sont protégés des températures extrêmes par le sol, le gazon, les paillis et autres produits naturels ou artificiels qui les recouvrent. Toutefois, dans les zones urbaines, la population croissante de la culture des arbres et des arbrisseaux dans de grands contenants disposés à même le sol, a attiré un peu plus l'attention des spécialistes sur la rusticité des racines. Les données sur ces plantes démontrent à l'égard des racines des degrés de rusticité fort différents parmi les individus d'une même espèce provenant de milieux géographiques différents. Il est essentiel que les arbres cultivés à l'extérieur dans

ce genre de contenants soient issus de graines originaires des régions les plus septentrionales. Quelle que soit la provenance du greffon, les cultivars doivent être écussonnés ou greffés sur des porte-greffes d'origine nordique (Santamour 1979c).

*Aptitude à supporter la pollution*

Il ne fait aucun doute que les nombreux polluants chimiques rejetés dans l'atmosphère des villes par les industries, les véhicules automobiles et les centrales thermiques sont néfastes aux arbres vivant dans les zones urbaines. Entre autres polluants, mentionnons l'ozone, le nitrate de peroxyacétyle (PAN), l'éthylène, les oxydes d'azote, les fluorures et l'anhybride sulfureux. Malgré l'abondance de documents publiés sur les conséquences de la pollution sur les récoltes, on sait peu de choses au sujet des effets de la pollution atmosphérique sur les arbres (Santamour 1969a).

La sélection améliorante d'arbres d'ornement capables de résister à l'action des polluants atmosphériques représente l'un des meilleurs moyens de réduire les effets de la pollution sur les arbres des villes. Les résultats de cette étude préliminaire démontrent qu'il existe, à l'intérieur d'une même espèce et entre les espèces, des degrés de tolérance à l'anhybride sulfureux et à l'ozone assez variés pour permettre la création d'arbres résistants. De plus, les différentes hauteurs atteintes par les semis de platane dans l'air filtré et dans l'air ambiant pourraient, comme les tests de fumigation, servir d'indicateurs dans la sélection des arbres destinés aux zones industrielles. D'autres recherches devront être effectuées pour déterminer l'importance relative, pour ce qui est de la survie des arbres en milieu urbain, 1) du retard de croissance causé par des niveaux de pollution faibles mais constants et 2) des dommages causés aux feuilles par de fortes vagues de pollution (Santamour 1969b).

*Résistance à l'action du sel*

Dans un grand nombre de régions du Nord des États-Unis où la circulation automobile est dense et les chutes de neige fréquentes, on procède à l'enlèvement de la neige sur les routes par des applications massives de chlorure de sodium. Les fortes concentrations consécutives de sel dans le sol peuvent retarder la croissance des arbres situés en bordure des routes et même détruire les arbres de certaines espèces. Par ailleurs, le sel peut nuire à la structure même du sol en réduisant sa capacité de drainage et d'aération.

Des études génétiques complémentaires effectuées parmi des arbres d'une même espèce et des groupes hybridables d'arbres d'ornement recherchés devraient révéler un potentiel de variabilité assez important pour inciter les chercheurs à mettre en oeuvre des programmes de sélection individuelle et d'hybridation sélective en vue de la tolérance au sel (Santamour 1969a).

Les observations qui précèdent sur les améliorations à apporter ne sont pas exhaustives. Il existe un grand nombre d'autres secteurs de recherche intéressants et prometteurs. Je prévois pour les années à venir une profusion d'études "souterraines" en relation avec les arbres. Il faudra examiner les facteurs du sol, notamment son compactage, en vue d'améliorer les chances de survie des arbres dans les milieux difficiles. On devra aussi étudier le système radiculaire afin de déterminer s'il existe des facteurs génétiques d'adaptabilité pouvant être utilisés dans les programmes de sélection améliorante, et développer la résistance des racines face aux blessures, aux inondations, aux agents pathogènes du sol et aux mycorhizes. Les études sur les racines posent des problèmes qu'il faudra résoudre si l'on veut produire des arbres capables de résister aux facteurs défavorables du milieu.

## TECHNIQUES D'AMÉLIORATION

### *Introduction des espèces*

Lorsque nous parlons d'espèces introduites, nous avons tendance à penser à l'importation d'arbres de pays étrangers. Toutefois, cette expression désigne, en réalité, l'introduction, en vue de la culture intensive dans des buts définis, d'espèces non seulement exotiques (étrangères) mais aussi indigènes (Santamour 1980a).

Les recherches effectuées jusqu'ici pour découvrir des arbres exotiques vigoureux ont été entreprises à la faveur des circonstances et n'ont pas suivi, dans l'ensemble, des règles bien précises. Il semble qu'aucun organisme n'ait les terrains, la main-d'oeuvre, l'argent, le goût ou même la patience de développer un important matériel génétique de base pour l'espèce étrangère, ne serait-ce que d'un seul grand genre, les érables, par exemple. La tâche énorme que représente le rassemblement des collections de germe-plasme pour les milliers d'espèces exotiques importantes sur le plan horticole suffit à dissuader la plupart des arboretums, stations expérimentales ou pépinières à entreprendre même ce travail (Santamour 1977b).

### *Arbres indigènes et exotiques*

La popularité croissante des plantations d'agrément dans une grande partie des États-Unis et, j'en suis sûr, à travers le monde, a engendré un courant de fierté nationale, ou régionale, à l'égard des plantes autochtones et un mouvement en faveur de leur utilisation dans les zones urbaines. Les arguments invoqués justifient peut-être, dans une certaine mesure, ce point de vue. Les plantes autochtones devraient du moins pouvoir s'adapter aux conditions climatiques (notamment aux températures hivernales) qui prévalent dans une région donnée. Mais l'adaptabilité générale des plantes autochtones ne dépend pas seulement de la température mais aussi des ressources en eau, de la longueur du jour, des conditions du sol et d'un grand nombre d'autres facteurs de l'environnement général

ou immédiat. Les avenues, les parcs, les stationnements étant des milieux artificiels, ne nous attendons pas à ce qu'ils favorisent l'évolution des plantes autochtones.

Il ne fait aucun doute que le regain d'intérêt pour les plantes autochtones favorisera l'apparition d'arbres réellement supérieurs qui sauront, pour notre plus grande joie, s'adapter au milieu urbain. L'adage "Chaque arbre à la place qui lui convient" s'applique autant aux espèces autochtones qu'exotiques (Santamour 1980a).

*La diversité nécessaire*

Il serait difficile d'évaluer le nombre d'espèces exotiques qui croissent maintenant aux États-Unis. On est porté à croire, à première vue, que presque toutes les espèces exotiques d'arbres et d'arbrisseaux aptes à survivre dans les zones les plus tempérées ont déjà été essayées au moins une fois. C'est justement autour de ce "au moins une fois" que tourne toute la question.

Malgré les milliers d'espèces exotiques qui croissent actuellement aux États-Unis, il se peut, en effet, qu'aucune ne présente assez de variabilité spécifique pour inciter les chercheurs à effectuer des recherches sur l'amélioration des arbres d'ornement. Certaines des espèces le plus anciennement introduites (et quelques-unes ne l'ont été qu'à cette époque) provenaient de plantes déjà cultivées dans leur pays d'origine. Il se peut par ailleurs que dans le cas de genres comme le Magnolia, les ancêtres sauvages de certaines espèces cultivées n'existent plus à l'état indigène.

Nous devons continuer d'exploiter le potentiel de variabilité des populations américaines d'arbres exotiques et nous efforcer d'introduire des espèces exotiques importantes dont l'étude des caractères pourrait ouvrir de larges horizons à la recherche en vue de l'amélioration générale des arbres. Seuls des tests appropriés nous aideront à déterminer l'emploi

judicieux de ces espèces, tant de celles introduites en 1777 qu'en 1977 (Santamour 1977b).

*Sélection*

*Sélection de races et de peuplements*

Un grand nombre de pépiniéristes ont eu recours au fil des années à certains arbres ou peuplements pour assurer la reproduction des espèces par voie de semences. Souvent, leur choix a été dicté simplement par des motifs de commodité, mais il leur a sûrement fallu tenir compte de certains facteurs comme l'uniformité des semis, les caractéristiques de croissance et l'adaptabilité à la culture en pépinière, s'ils voulaient assurer la rentabilité de leur production. Les arbres ou les peuplements choisis ne provenaient pas nécessairement de la région où ils croissaient mais leur choix même indique qu'ils étaient du moins bien adaptés à cette région particulière. Ce mode de sélection et de production fondé sur l'origine de la graine démontre, dans l'ensemble, le peu d'importance que la plupart des pépiniéristes attachaient à l'origine géographique première.

Lorsque la clientèle d'une pépinière était limitée à une région locale ou à une zone climatique donnée, les lignées multipliées par semis s'adaptaient en général assez bien, mais lorsqu'elles étaient vendues et plantées à l'extérieur de leur lieu d'origine, les résultats étaient irréguliers et souvent désastreux. La variabilité génétique intrinsèque des semis protégeait toutefois jusqu'à un certain point les pépiniéristes contre les pertes totales.

A mesure que la sélection de clones et de cultivars se généralisait dans les pépinières, la variation génétique diminuait, tandis que l'origine géographique prenait de plus en plus d'importance. Nous ne connaissons pas toujours précisément l'origine première d'un grand nombre de nos cultivars les plus populaires. Pour ce qui est de l'érable rouge (Acer rubrum L.) par exemple, on sait que les cultivars proviennent d'arbres de

l'Orégon issus de la germination de graines récoltées "en Pennsylvanie". Certains cultivars du copalme (Liquidambar styraciflua L.), vendus maintenant dans tout le pays pour le coloris de leur feuillage à l'automne, ont été choisis en fonction de ce critère esthétique en Californie, après avoir poussé dans cette région à partir de graines d'origine à peu près inconnue.

En vérité, nous savons peu de choses sur l'origine géographique de la plupart de nos cultivars d'arbres autochtones, et peut-être encore moins sur l'origine exacte des espèces exotiques. Cette ignorance n'a pas empêché la vente et la propagation d'un grand nombre de cultivars et l'on signale peu d'échecs pouvant découler de l'origine première de l'espèce. Il nous serait sûrement plus facile de déterminer toutes les conséquences résultant d'un pauvre choix si nous possédions plus de renseignements concernant l'origine géographique de certains cultivars (Santamour 1977b).

*Sélection des arbres vedettes*

La sélection des arbres vedettes est le pivot même de toute la théorie du développement des arbres d'ornement. Les pépiniéristes ont depuis toujours choisi et propagé des arbres qui présentaient des différences importantes par rapport à l'arbre "moyen" d'une espèce particulière. Malheureusement, les choix s'effectuaient surtout en fonction de caractéristiques visuelles. C'est ainsi que nos pépinières, nos arboretums, nos cimetières, nos rues, nos parcs et nos jardins se parent de nombreux cultivars nains, prosternés, pleureurs, grimpants, rampants ou à feuillage rouge, jaune et panaché. Les cultivars les plus bizarres ont été choisis parmi les espèces coniférales. Dans la plupart des espèces à larges feuilles caduques, les critères de sélection tels que le port, le rythme de croissance, la texture des feuilles, la couleur des fleurs, etc., ont favorisé la création d'arbres plus "normaux". Parmi ces cultivars figurent peut-être des plantes splendides qui possèdent une grande souplesse d'adaptation et des caractéristiques de résistance ou de tolérance face

aux principaux facteurs biotiques et abiotiques défavorables du milieu urbain. La découverte de tels cultivars résoudrait bien des problèmes.

La sélection d'arbres pour plantation en isolé et la multiplication végétative d'individus sélectionnés se poursuivront dans le cadre de programmes de recherche et de développement d'arbres paysgers. Cela est tout à fait compréhensible. Les chances de succès de cette méthode dans l'avenir reposent sur les tests: tests concernant l'adaptabilité climatique, l'aptitude à supporter la pollution atmosphérique, ainsi que les sols salés et compacts, la résistance aux infestations et aux attaques des insectes nuisibles et la rapidité de cicatrisation des blessures. Il est à espérer qu'avec l'entrée plutôt récente d'un certain nombre de scientifiques dans le domaine de l'amélioration des arbres d'ornement, les pépiniéristes seront mieux informés sur la nécessité de procéder à des tests complets et rigoureux. Il est à souhaiter également que nous puissions, comme scientifiques, mettre en pratique les principes que nous défendons (Santamour 1977b).

*Vergers à graines*

L'expression "verger à graines" n'est peut-être pas très répandue parmi les pépiniéristes et les horticulteurs, mais le principe visant à s'assurer une source de semences fiable, conforme à l'espèce et de qualité supérieure, constitue depuis longtemps la pierre angulaire de toute culture commerciale en pépinière. La notion de verger à graines telle qu'elle a été conçue et élaborée dans le cadre des programmes de recherche sur l'amélioration des arbres forestiers désigne toutefois plus qu'une source de semences, plus qu'un semencier particulièrement producteur, plus qu'un groupe d'arbres autochtones ou exotiques chosis en vue de la production de semences.

Dans le cas d'arbres et d'arbrisseaux issus de graines, le pépiniériste doit utiliser des graines d'origine sûre, des graines qui produiront des plants uniformes, supérieurs et facilement adaptables. Si le

pépiniériste n'obtient pas les résultats désirés avec les graines qu'il récolte ou achète, les vergers à graines pourraient être la solution à son problème.

La meilleure source de graines demeure le verger à graines, un peuplement artificiel d'arbres qui ont été choisis parce que certains de leurs caractères présentent, tout au moins, une certaine homogénéité phénotypique (visuelle ou mesurable); ces arbres représentent plusieurs régions de l'aire naturelle de l'espèce. Ce peuplement doit évidemment être situé dans une zone où il n'y a aucun risque de pollinisation à partir d'arbres de la même espèce qui n'ont pas été choisis ou à partir d'arbres d'autres espèces qui présentent une affinité génétique avec l'espèce à l'étude (Santamour 1978).

*Amélioration génétique - Hybridation*

Le National Arboretum consacre une bonne partie de ses ressources à la recherche sur l'hybridation car ce procédé permet, premièrement, de créer rapidement une diversité au sein d'un ensemble génétique souvent incomplet, deuxièmement, de rassembler des renseignements utiles sur les rapports entre les espèces et les genres et, troisièmement, constitue bien souvent le seul moyen de transmettre certains caractères souhaitables (comme la résistance aux maladies) à des espèces répandues et adaptables (Santamour 1977b).

On a beaucoup écrit sur l'amélioration générale des espèces mais cette expression a trop souvent été employée à tort. L'unité de base dans un plan d'amélioration générale n'est pas l'espèce mais le genre, ou du moins, les membres du genre avec lesquels l'espèce principale peut s'accoupler. Il est à souligner que ce concept a longtemps été défendu par Ernst J. Schreiner, le père de la génétique forestière américaine.

L'amélioration des monotypes biologiques doit naturellement se limiter à une seule espèce. Si l'on s'attache à plus d'un monotype, l'adaptabilité

supérieure de l'espèce principale ou l'absence d'espèces voisines peut tellement restreindre notre champ d'action que nous négligeons les possibilités qu'offre l'hybridation interspécifique. Un programme suffisamment vaste d'amélioration génétique englobant plusieurs espèces n'est souvent mis en oeuvre que lorsqu'une épidémie ou une infestation d'insectes survient. On tente alors de rattraper le temps perdu en procédant à des expériences qui, effectuées dix ans auparavant, auraient pu nous fournir rapidement les réponses à certaines questions.

Ainsi, la détermination de la compatibilité génétique de nos principales espèces, que la méthode utilisée soit empirique ou aléatoire, constitue une technique sûre sur le plan scientifique et pratique. Les recherches sur l'amélioration générale des arbres contribuent à accroître nos connaissances en ce domaine et à améliorer les sujets. Comme hommes de science, nous avons quelque responsabilité en ce qui concerne l'amélioration des connaissances et l'expérimentation. Par contre, nous savons peu de choses sur la destination ultime des arbres améliorés que nous produisons. La moindre découverte dans le domaine de la connaissance des arbres doit être considérée comme importante. Et quelle joie ce serait de descendre un jour une avenue plantée d'arbres que nous aurions contribué à améliorer (Santamour 1976b).

*"Création" d'arbres*

La troisième méthode d'amélioration, la création, est une méthode plus difficile à appliquer et qui n'est pas encore réellement considérée comme une technique d'amélioration générale. La création d'une meilleure plante comporte des opérations de greffage ou d'écussonnage et ne prendra probablement de réelle importance que dans le cas des arbres et des arbrisseaux. Une création réussie suppose des connaissances sur les conditions qui influent sur la compatibilité des greffes, connaissances que nous ne possédons peut-être pas actuellement. Cela ne devrait pas nous empêcher toutefois d'examiner les améliorations qui pourraient être apportées grâce à des plantes "bien réalisées".

Le greffage présente un grand intérêt horticole en raison de la sélection et de l'utilisation de porte-greffes présentant des caractéristiques supérieures. Nous avons été portés dans le passé à négliger les systèmes radiculaires parce qu'ils sont difficiles à examiner et que leur étude pose manifestement des problèmes. Les études horticoles sur les parties souterraines des plantes, notamment les études critiques sur les systèmes radiculaires et les conditions du sol, ont beaucoup d'avenir. La création d'arbres améliorés dépend donc de la sélection de porte-greffes supérieurs et de leur aptitude à s'adapter à des greffons présentant des caractéristiques exceptionnelles.

Avec l'évolution des connaissances sur les porte-greffes et la compatibilité des greffes, cette opération peut devenir une technique créative plutôt qu'une simple méthode de production utilisable seulement lorsque le bouturage soulève des difficultés ou que la multiplication par semis ne permet pas d'atteindre le degré d'homogénéité souhaité (Santamour 1980b).

*Le rôle des jardins botaniques et des arboretums*

Les arboretums et les jardins botaniques regroupent un grand nombre d'établissements dont les intérêts et les objectifs sont fort variés. Certains établissements n'emploient qu'une seule personne tandis que d'autres font appel à du personnel de recherche et d'enseignement. Certains axent leurs recherches sur un seul groupe de plantes tandis que d'autres tiennent de vastes collections. Peu importe leur taille, le nombre de leurs employés ou l'organisme auquel ils sont attachés, tous les arboretums peuvent jouer un rôle important dans le développement de matériel végétal amélioré grâce à l'hybridation et à la sélection.

Pourquoi les arboretums devraient-ils participer aux recherches sur l'amélioration génétique des plantes ligneuses? La réponse réside dans le motif même qui a présidé à la tenue du présent symposium commémorant le centenaire de l'Arnold Arboretum. La caractère à long terme de la

recherche génétique sur les plantes ligneuses a grandement nui à la mise en oeuvre et au maintien des projets dans ce domaine et continue probablement de poser encore des problèmes pour les administrateurs d'arboretums. Mais ces administrateurs devraient reconnaître qu'ils possèdent les éléments, les collections de plantes et le temps nécessaires pour apporter une importante contribution au développement de plantes ligneuses génétiquement supérieures.

Si les arboretums sont des "banques" de gènes, ils remplissent leurs fonctions de dépôt et de retrait. Mais leur rôle ne devrait pas se limiter à celui de banquier. Les arboretums devraient être des maisons de courtage où les gènes sont investis, capitalisés et diversifiés de sorte que l'accumulation à long terme des dividendes puisse servir à stimuler l'élaboration de nouveaux projets ou à dépanner les arboretums dans les moments difficiles.

Point plus important encore, les arboretums et les jardins botaniques devraient avoir l'occasion, sinon l'obligation, de développer des arbres d'ornement améliorés. Pour ce faire, il ne leur suffit que de mettre en oeuvre un programme d'amélioration génétique de longue portée et de s'engager à le mener à bon terme (Santamour 1973).

1969a Air poll FAO

1969b Air poll PDR

1973 Arnoldia

1976a First page Symp.

1976b Second page Symp.

1976 Santamour et al. Symp. total

1977a Pest Resist. ISA

1977b SFTIC

1978 Seed orchards

1979a Pest Resist BBG

1979b Wound comp. ISA

1979cc Green ash ISA

1980 Urban For. Conf.

1981 New Horizons (sous presse)

*Bibliographie*


1 Santamour, Frank S., Jr. 1969a. Breeding trees for tolerance to stress factors of the urban environment. Deuxième conférence mondiale sur l'amélioration génétique des arbres forestiers. Document FO-FTB-69-6/4, 7 p.

2 Santamour, Frank S., Jr. 1969b. Air pollution studies on Platanus and American elm seedlings. Plant Disease Reptr. 53: 482-484.

3 Santamour, Frank S., Jr. 1973. Arboreta, genes, and plant improvement. Arnoldia 33 (2): 127-134.

4 Santamour, Frank S., Jr. 1976a. Breeding and selecting better trees for metropolitan landscapes. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. NE-22: 1-8.

5 Santamour, Frank S., Jr. 1976b. Perspectives on improvement strategies for metropolitan trees. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. NE-22: 215-220.

6 Santamour, Frank S., Jr., Henry D. Gerhold, and Silas Little (Eds.) 1976. Better trees for metropolitan landscapes. USDA Forest Service Gen. Tech. Report NE-22, 256 p.

7 Santamour, Frank S., Jr. 1977a. The selection and breeding of pest-resistant landscape trees. Jour. Arboriculture 3: 146-152.

8 Santamour, Frank S., Jr. 1977b. Breeding better urban trees-Problems, practices, and potential. Southern Forest Tree Impr. Conf. Proc. 14: 2-12.

9 Santamour, Frank S., Jr. 1978. Seed orchards provide seed for uniform, widely adaptable seedlings. Amer. Nurseryman 147 (8): 13, 67-71.

10 Santamour, Frank S., Jr. 1979a. Plant breeding for resistance. Brooklyn Bot. Gard. Record, Plants and Garden, 35 (2): 20-23.

11 Santamour, Frank S., Jr. 1979b. Inheritance of wound compartmentalization in soft maples. Jour. Arboriculture 5: 220-225.

12 Santamour, Frank S., Jr. 1979c. Root hardiness of green ash seedlings from different provenances. Jour. Arboriculture 5: 276-279.

13 Santamour, Frank S., Jr. 1980a. Developing improved cultivars for urban forests. Proc. Nat'l Urban Forestry Conf., Vol. II: 491-499 (1978).

14 Santamour, Frank S., Jr. 1980b. How to build a better tree. New Horizons from the Horticultural Research Institute (sous presse).

# Le zonage et la sélection de végétaux ligneux au Québec

Henri Bernard
Jean Landry

Jardin botanique de Montréal
Canada

L'horticulture ornementale connaît une forte progression depuis quelques années au Québec et la présentation à Montréal des Floralies internationales, jusqu'à maintenant réservées à l'Europe, en est une preuve tangible.

Cette recrudescence d'intérêt pour l'utilisation du végétal à des fins ornementales touche plusieurs groupes de personnes: le grand public, le producteur et même, dans certains cas, différents paliers de gouvernement qui se sentent de plus en plus concernés par la présence du végétal dans notre environnement urbain ou naturel.

Au Québec, on ne peut s'appuyer comme le font nos voisins du sud, qu'ils soient ontariens ou américains, ou encore comme ceux d'outre-mer, sur une longue histoire horticole. A partir du moment où l'utilisateur, privé ou professionnel, ou encore le producteur se rendent compte de la non-adéquation, à nos conditions particulières, d'une grande partie des connaissances provenant de l'extérieur, il devient évident que nous n'en sommes qu'à un stade juvénile de notre développement.

Affirmation non péjorative car, même si notre culture horticole est encore jeune, une certaine expérience, assez riche bien qu'un peu informelle, nous vaut un bon départ.

Ce vif intérêt allié à la certitude qu'il est possible au Québec de produire et d'utiliser une gamme de végétaux ligneux beaucoup plus diversifiés a amené divers organismes publics et privés à se pencher sur les problèmes qui nuisent au bon développement de notre horticulture ornementale. Un groupe de plus en plus nombreux d'horticulteurs pensent même que l'origine des végétaux influence de façon notable la capacité d'adaptation de ceux-ci à des conditions adverses. Quoi qu'il en soit, l'idée d'entrer de plain-pied dans ce domaine lucratif que sont la production et la vente de végétaux ornementaux est lancée et nul ne peut prévoir avec exactitude où elle nous mènera.

C'est donc à partir d'attentes précises que notre projet "Arbres et arbustes ornementaux pour le Québec", a pris forme: les premières proviennent du milieu de la production, principalement composé de pépiniéristes ou d'horticulteurs désirant tenter l'aventure; les secondes découlent de la demande grandissante du public pour les végétaux adaptés à nos conditions biophysiques et climatiques.

Ce projet, parrainé par le M.A.A.P.Q. et le Jardin botanique de Montréal et subventionné par le Centre de recherches et services agricoles du Québec, visait trois buts:

1 fournir aux pépiniéristes producteurs une description comportant toutes les caractéristiques ou caractères importants pour chacun des végétaux ligneux présentant un intérêt ornemental au Québec;

2 fournir aux pépiniéristes producteurs des listes de plantes ligneuses ornementales pouvant être propagées ou élevées dans les différentes conditions rencontrées au Québec;

3 fournir aux pépiniéristes producteurs les informations de base sur la gestion de pépinière et les principales méthodes de propagation des plantes figurant dans les listes.

Pour remplir ce mandat, somme toute ambitieux, le projet fut divisé en deux étapes déterminantes: la première visant à éliminer le moindre doute quant à la possibilité de produire des végétaux ligneux de qualité comparable sinon supérieure, pour ce qui est de l'adaptation, à ceux provenant de nos voisins continentaux ou européens; la deuxième étant surtout un complément et un achèvement de la première.

*L'approche*

Les trois buts précédemment mentionnés comportaient chacun leurs propres difficultés. Ainsi, celle de fournir aux producteurs des listes et descriptions de plantes, productibles et utilisables dans les diverses régions du Québec, implique une sélection exhaustive de ce qui est adapté à ces mêmes régions, autant qu'une bonne compréhension des conditions climatiques qu'on y rencontre. Ici, la théorie a peu de place et pour obtenir des listes adéquates, l'expérience des gens du métier s'avère très importante.

Par notre troisième objectif, nous voulons sensibiliser le producteur aux contraintes qu'il doit considérer lors de l'installation ou de l'amélioration de sa pépinière. Si la sélection et le zonage sont basés presque entièrement sur des expériences concrètes, la partie qui traite de la gestion de culture en pépinière reste encore livresque, donc théorique, puisque les principaux ouvrages de références proviennent de pays jouissant de conditions plus clémentes.

*La sélection*

Toute personne qui s'adonne à l'horticulture ornementale est immédiatement frappée par l'incroyable diversité de formes, de couleurs et de textures qui s'offre à elle. Le végétal ornemental remplit plusieurs fonctions et l'une d'entre elles est l'expression de l'originalité ou de la recherche personnelle de l'utilisateur ou de l'horticulteur qui les créent. Cette diversité est une richesse mais elle devient un handicap à partir du moment où un producteur désire se lancer dans la multiplication ou la production.

La majeure partie de ces plantes proviennent de l'extérieur du Québec et sont dans plusieurs cas, de rusticité restreinte aux zones privilégiées, telle la région de Montréal qui représente le plus grand bassin de population du Québec. C'est d'ailleurs à la suite de ces importations

massives qu'est né le mythe de l'impossibilité de produire des végétaux ligneux: ces plantes plus ou moins délicates étant les seules connues, elles seules étaient jugées intéressantes.

Pour parvenir à dresser un inventaire de végétaux ligneux susceptibles d'être produits et utilisés dans les différentes régions du Québec, en commençant par la Côte-Nord, des critères de sélection ont été établis. Tout végétal ligneux doit:

1 posséder des caractères ornementaux;

2 être d'origine sûre;

3 se trouver sur le territoire québécois.

Le terme ornemental demeure très subjectif mais il est utilisé dans son sens le plus large. Il se rapproche beaucoup plus de "potentiel ornemental" que d'un jugement de valeur. Quant au deuxième critère, il vise surtout à écarter des listes les cultivars aux caractéristiques souvent mal définies, tirant leur origine d'une prolifération de noms vernaculaires aucunement rattachés à une nomenclature sérieuse. Ces cultivars litigieux ne sont pas pour autant définitivement éliminés mais leur insertion à l'inventaire est retardée jusqu'à ce que la lumière soit faite. Et enfin, le troisième critère est sûrement le plus important, puisque c'est à partir de celui-ci que les listes ont été produites. Ce critère exigeant la présence du végétal sur le territoire québécois peut sembler excessif, sinon discriminatoire. Il permet cependant de différencier rapidement les arbres et arbustes sur lesquels existe une somme suffisante de données pratiques facilitant leur recommandation pour l'utilisation ou la production. C'est d'ailleurs à partir de ces mêmes données qu'on a dressé les listes rattachées au zonage. La présence de ces végétaux dans des jardins publics ou privés à l'échelle du Québec a a permis de faire un inventaire presque complet des végétaux qui furent plantés dans les dernières décennies. Les données obtenues sont

donc entièrement pratiques et régionales.

Pour faciliter l'utilisation de cet inventaire, chaque plante est décrite de façon à faire ressortir ses caractéristiques ornementales ainsi que certaines exigences environnementales.

*Le zonage*

Le zonage est certainement l'outil le plus pratique que les horticulteurs se sont donné afin de limiter les aires d'utilisation des végétaux horticoles ornementaux. Il existe actuellement deux méthodes de zonage qui sont fort utilisées et connues. Les deux n'ont pas la même approche lorsqu'il s'agit de déterminer les facteurs influençant la croissance d'une plante ligneuse dans un milieu donné et c'est le nombre de facteurs qui détermine le plus souvent leur justesse ou leur précision.

Pour notre travail, nous désirions un zonage faisant ressortir de façon claire les particularités biophysiques et climatiques pouvant influencer la croissance des végétaux ligneux ornementaux. Ce zonage doit également conserver la même précision pour tout le territoire afin de pouvoir y rattacher des listes de plantes productibles dans un milieu aux exigences environnementales connues. En étudiant les zonages déjà existants, nous avons rapidement noté les imprécisions inhérentes aux facteurs limitatifs considérés.

Ainsi, la première méthode, qui est celle du "Département d'Agriculture des États-Unis", adopte une approche surtout théorique puisqu'elle ne considère que le minimum extrême hivernal, c'est-à-dire la température minimale qu'une plante peut supporter. Malgré l'importance de ce facteur, on ne peut le considérer comme unique. Une approche favorisant une inter-relation de facteurs est plus précise car elle introduit la notion du facteur limitatif. Celui-ci est souvent vague puisque changeant selon les conditions du milieu mais il permet un degré de précision accru lorsque ces conditions sont connues. C'est aussi par le manque de

représentativité des végétaux sélectionnés ou évalués que ce zonage reste très imprécis.

La deuxième méthode constitue une nette amélioration si on la compare à la première. Elle considère plus d'un facteur et elle utilise pour la première fois l'expérience de personnes ressources provenant de tout le Canada. Il s'agit des "Zones de rusticité pour les plantes du Canada" de Sherk et Ouellette.

Pour ce zonage, les réalisateurs ont tenu compte du minimum extrême hivernal, de la durée de la période sans gel, de l'épaisseur de la couverture nivale au 28 février et de la vélocité des vents. Aux zones ainsi déterminées, se rattachent des listes de plantes sélectionnées à partir d'un échantillonnage de 174 espèces et cultivars dont ils ont fait parvenir la liste à 100 stations de contrôle distribuées à travers le Canada. Ces stations devraient porter un jugement sur l'adaptation de ces plantes dans leur milieu respectif.

Ce zonage est certainement très intéressant puisqu'il tient compte de plusieurs facteurs déterminants et que pour la première fois, l'expérience des horticulteurs professionnels ou amateurs est prise en considération. Cependant, nous ne pouvons ignorer que les stations choisies étaient toutes situées dans les régions les plus densément peuplées, donc pour le Québec, celles de Montréal et de Québec, omettant les autres régions qui sont aussi à fort potentiel. Également, presque la moitié des 174 espèces et cultivars de la liste était reconnue comme non rustique, ce qui diminue grandement la représentativité de cette même liste.

Malgré ces quelques faiblesses presque toutes inhérentes aux limites du travail, cette approche basée sur la probabilité d'adaptation d'une plante reste valable puisque globale et qu'elle peut facilement être complétée ou améliorée.

En gardant toujours en tête notre but initial qui était d'obtenir un

zonage mariant le plus grand nombre de facteurs déterminants à des régions données, nous sommes arrivés aux "Zones d'adaptation pour les grandes cultures" élaborées par Messieurs Dubé et Chevrette pour la C.P.V.Q.

Ce zonage a surtout été tracé pour délimiter le territoire agricole québécois en fonction de critères climatiques et pédologiques. Cependant, la plupart de ces conditions agissent sur les arbres et arbustes, et même si leurs réactions ne sont pas comparables aux grandes cultures, elles restent tout de même pertinentes.

Pour les zones d'adaptation, on considère comme déterminants les degrés-jours, le relief, la situation géographique, certaines conditions hivernales et à un degré moindre, la pédologie ainsi que les micro-climats potentiels. Comme Dubé et Chevrette l'ont mentionné dans un rapport en 1977, plusieurs faiblesses diminuent encore la précision de ce zonage. Parmi celles-ci se trouve le tracé des limites plus ou moins arbitraires ayant pour cause l'inadéquation et ceci est commun aux deux autres zonages décrits précédemment, car toutes leurs données proviennent de stations météorologiques pas toujours représentatives du milieu normal de croissance des plantes dont on désire connaître la capacité d'adaptation.

Néanmoins, malgré ces quelques restrictions pouvant diminuer la précision de l'ensemble du zonage, celui-ci reste le plus intéressant car il permet une sélection régionale et il est facile d'y ajouter de nouveaux facteurs.

En partant de ce zonage, nous avons obtenu les "Zones d'adaptation pour l'horticulture ornementale" où nous tenons compte de:

a. <u>facteurs climatiques</u>
   - degrés-jours (nombre)
   - épaisseur de la couverture nivale (28 février)
   - vélocité des vents

- minimum extrême hivernal
- durée de la période de croissance (plus 5° C)
- gelée hâtive et tardive (probabilité)
- micro-climat (potentiel)

b. facteurs physio-géographiques
- position géographique
- élévation
- type de relief

c. facteurs pédologiques
- nature du sol

Toujours en se basant sur le travail de Dubé et Chevrette, le zonage se divise en huit zones distinctes, ce qui en ajoute une au travail originel. Ces zones sont la synthèse de données reliées entre elles de façon à mieux exprimer l'homogénéité ou la dissemblance des régions naturelles du Québec.

1 Montréal - Outaouais
2 Québec - Cantons-de-l'Est
3 Laurentides
4 Témiscamingue
5 Saguenay - Lac-Saint-Jean
6 Bas-Saint-Laurent - Charlevoix - Baie des Chaleurs
7 Abitibi
8 Côte-Nord

Une mise en garde doit être faite concernant ce zonage. Celui-ci veut être avant tout un outil de travail visant à faciliter aux producteurs et aux utilisateurs la sélection d'arbres et d'arbustes ornementaux. Il en va de même pour les listes dont je vais parler dans quelques instants. Ces connaissances précises sur la réaction des plantes à leur environnement restent encore fragmentaires, aussi avons-nous souvent dû faire des

suppositions, pour parvenir à nos buts.

C'est pourquoi, avant que ne soient dressées les listes des plantes productibles ou à fort potentiel pour chacune des zones, une visite, la plus exhaustive possible, du territoire québécois habité fut faite à l'été de 1979. Ces visites, minutieusement préparées, nous ont permis de rencontrer un grand nombre d'horticulteurs intéressés à la production et disposés à communiquer leurs expériences pratiques. Les listes attachées à chacune des zones proviennent donc de données vérifiées et vérifiables sur le terrain et représentent l'aboutissement de notre travail qui consistait, à la base, en l'énumération de plantes productibles ou à fort potentiel.

Pour apparaître sur les listes, les plantes subissent une première sélection, celle de l'inventaire; de plus, elles doivent:

1 être produites avec succès dans la zone en question;
2 être utilisées avec succès dans la zone et comporter une documentation suffisante sur leur culture;
3 être semblables aux plantes pré-décrites pour ce qui a trait aux exigences environnementales;
4 se retrouver dans la zone traitée si elles sont indigènes et avoir fait l'objet d'une expertise suffisante quant à leur culture.

*Conclusion*

Maintenant que les bases sont jetées, tous les espoirs sont permis. Ce qui paraissait farfelu ou impossible il y a seulement quelques années devient une étape que toute personne intéressée peut tenter de franchir.

Ainsi, sans vouloir paraître prétentieux, ayant en main un document qui énumère et décrit les végétaux à très fort potentiel, nous pouvons pour la première fois songer sérieusement à l'auto-suffisance pour un grand nombre de végétaux. Il devient alors possible d'envisager une approche

d'aménagement mieux adaptée aux conditions particulières de chacune des régions du Québec.

Parmi les projets prioritaires se trouve le clonage des végétaux d'origine horticole ou naturelle possédant des caractéristiques particulières: qu'il s'agisse de caractères ornementaux ou d'une capacité d'adaptation inhabituelle. Le travail est déjà amorcé de façon informelle par plusieurs horticulteurs ou amateurs, dont l'équipe du projet "Arbres et Arbustes". Tous les végétaux dignes d'attention devraient être évalués. Nous serions probablement les plus surpris par l'incroyable richesse végétale à travers laquelle nous évoluons quotidiennement.

Quant à l'horticulture ornementale, un deuxième projet, en marche depuis un an, tire sa source principale de notre travail. Il consiste en l'élaboration d'un réseau d'essais à l'échelle du Québec. Le projet en est actuellement à la préparation d'un rapport préliminaire devant être présenté à la direction du C.P.V.Q. en septembre 1980. Les membres d'un comité ad hoc travaillant à ce rapport sont représentatifs de toutes les cultures faites au Québec et, pour la première fois, l'horticulture ornementale est présentée. Ce réseau d'essais aurait comme principale fonction de vérifier sur place, dans les différentes régions du Québec, l'adaptation des végétaux ligneux à la production. Il deviendrait, par le fait même, un moyen privilégié d'échange de connaissances entre agronomes, horticulteurs et producteurs. Si les échéances sont respectées, le réseau d'essais pourrait voir le jour dans un proche avenir.

# Problems in Urban Tree Management

J. Dan MacArthur

University McGill
Collège McDonald
Montréal
Canada

To plant, protect, and maintain trees in cities must certainly be a good example or swimming against the tide. The city environment is in many ways hostile to trees, and the whole process of urban forestry is complicated by many factors, not the least or which is the great cost of establishing and maintaining city trees.

And yet, today, there are probably more trees in the cities of the world than there were 50 years ago. Each year very large sums of public and private money are spent on city trees to protect the existing investment and also to increase it.

One must conclude, therefore, that the human need for trees in the living and working environment is fundamental - that there is an irresistible urge in the human make-up that must be satisfied.

Some of the recognized practical reasons for the effort to have trees in cities are: modification of temperature; absorption of sound; screening of undesirable views; pollution abatement; release of oxygen; beautification; shelter from wind; and habitat for birds. Some of these functions might be achieved by other means but the one major reason behind it all seems to be the decorative role that humans seem to feel can only be played by living trees. Certainly, society goes to great trouble to ensure their presence.

The satisfaction of this social need is not a simple task. The habitat is generally hostile and highly variable. The type of tree required can vary greatly in a number of ways depending upon the situation and local factors of environment above, or below ground, or both may strictly limit the tree selection. Situations range from parks to streets and to private lots, and opinions may differ widely as to what is, or is not, suitable in certain situations.

City trees are accompanied by some relatively minor, but still important problems. Leaves must be collected and disposed of; tree branches must be kept clear of utility wires and buildings; trees impede clearing of snow and are damaged by snow-plows; pavement may be damaged by tree roots; collapse of building foundations may be caused by roots; removal of dead or hazardous trees and branches in expensive and trees falling in storms may cause injury or damage to persons or property.

These, and other problems have not, however, been serious enough for anyone to suggest that we should not have trees. The problems have been perceived as part of the price to be paid for an improved environment. And the impact of these problems has been much reduced by use of better tree selection and methods of work.

Most cities have on staff, or available on contract, skilled professional arboricultural groups to carry out the diverse activities relating to the establishment and care of municipal trees. These same services are provided to private owners by independent arboricultural companies. As demand for high quality services has increased, the quality of arboricultural work has risen rapidly and should continue to do so.

However, what I have been leading up to, as a quasi-specialist and highly interested observer of the urban forestry scene, are some aspects of urban trees and forests that I believe should be of concern. While we may not develop final solutions here today, I am convinced that the problems deserve study, because I hear of them continually and often have little good advice to offer.

1 The Hostile Environment of the city tends to restrict the choice of tree species. The natural tendency is to make conservative choices which may limit variety more than is necessary. A tendency toward the monoculture effect, at least on a district basis, may result. There is great temptation to stick with one species that is known to be a good risk.

But the sudden appearance of an unforeseen problem, like the Dutch elm disease or fire blight of mountain ash, can convert a favoured species from an asset to a liability. Even the most judicious choice, based on experience and long performance, can end in this kind of disappointment. And the best known defence is variety.

In saying this I realize that there is also risk in variety and that one is limited by the city conditions. But, nevertheless, as much variety as possible, even at the expense of some measure of risk, is a valid objective. Not only would variety avoid monoculture but it would create a more interesting city forest.

With the foregoing in mind it would seem that the mapping of city conditions affecting tree growth might be helpful. Such factors as soil properties, drainage, pollution levels, exposure to wind and sun, heat island effects, social preferences, space for tree development and utilities present might be mapped. This special form of ecological chart would be a useful reference for any and all tree planters and managers.

2 The Cooperative Ownership of city trees, which is shared between the municipality and the private owners, results in inconvenience and, sometimes, outright conflict. There is no standard of practice which applies to all trees. Municipal trees may all receive the same general level of care but private owners, with their great range of objectives and attitudes, vary greatly in how they take care of their trees.

With the best of intentions, the private owner may plant unsuitable species which aggravate disease and insect problems, interfere with electrical or telephone cables, create undesirable effects on a neighbour's property or cause damage to structures. Legislation to control private tree culture varies greatly between municipalities and it seems that authorities hesitate to apply unpopular rules.

On the other hand, the private owner may be highly critical of city activity such as pruning of trees to protect utilities or remove hazards, even when the work is done on municipal trees.

Many of the conflicts could be reduced, or avoided, by better understanding but this would require some new means of communication. How this could be done I cannot suggest, but it seems logical to hope that the two major owners of the urban forest should be cooperating.

The bare minimum is that a special effort be made to inform all owners of the significant laws respecting trees. There is a general lack of information as to what one is responsible for, regarding roots or branches of one's tree which invade a public or private neighbour's land or area.

Closely related to this legal consideration is the evaluation of shade or ornamental trees. We need to adopt, or develop, formal methods of placing a value on trees in order, among other things, to impress upon everyone the fact that a shade tree does have value - considerable value if one uses the "Guide for Establishing Values of Trees and Other Plants", prepared by the Council of Tree and Landscape Appraisers under the auspices of the International Society of Arboriculture. For example, a rather ordinary tree could be evaluated at 1 000 $. Even to take down a dead elm may cost as much as 1 000 $ without considering replacement cost or lost property value.

3 For Arboricultural Services the private owner usually will rely on professional private arboricultural firms. Many highly reliable and competent people work in this field but there are others whose level of competence is unsatisfactory. Unaware of this, the private owner, in search of the best deal, may realize only when it is too late that he has been caught in a false economy.

Since arboricultural work is expensive, it seems that some sort of protection for the private owner is in order. Some form or licensing or accreditation for private firms is needed. How, or by whom, this should be done I am not prepared to say. However, it would probably call for strong participation by the people with the greatest interest in the problem, namely the bona fide arboricultural professionals. It is they who have the strongest incentive to prevent mal-practice and thereby to protect and enhance the status of arboriculture. By protecting themselves they would also protect the public. Perhaps they are already doing this but are we really satisfied with the situation?

4 Diagnostic Services

With city trees it is inevitable that insect, disease, and environmental problems will arise no matter how careful we are. The fact that the trees are often, if not always, in a hostile environment ensures that problems, often of an unusual nature will be encountered frequently. Furthermore, in the city situation the individual tree is usually of special value and one cannot adopt the attitude that would be normal in conventional forestry where each tree is just one of many.

The more common problems are readily recognized by arboriculturists. But the services of disease and insect specialists that are needed to deal with the many uncommon problems that arise are not readily available to private owners. Consequently, very often the tree owner and, for that matter, the arboriculturist, cannot discover what should be done.

It is, therefore, important that competent diagnostic and advisory services should somehow be made readily available. Such services would be useful to both tree owners and workers in the field of arboriculture. While they would have to be paid for, they would result in significant savings. They would help to eliminate the undesirable effects of fads and expensive, misguided and ineffective efforts to solve problems. It

is worth noting that for some tree problems there is no ready solution. But one can hope to make to best of it to cut losses.

5 Disposal of Wood

In the care of the urban forest, particularly where the Dutch elm disease is rampant, large amounts of wood are produced each year. Disposal of this wood is not only expensive but it also often represents a waste of biomass that could be used for fuel or to supply industrial wood needs. For a number of reasons it is difficult to make effective use of this wood. The major reason given for its non-use, however, is that there is no net profit.

However, despite the difficulties in utilization it seems to me that at the very least we need a study of this problem. We need to know what quantities are available each year, how the wood might be used, and what the returns might be. We need to consider what the possibilities are that this material might be used rather than wasted and whether its use could cover at least some of the costs involved. At present, except where some of the urban annual production of wood is used as firewood, disposal represents waste and expense.

In conclusion, I should confess that this has been merely an effort to mention some practical problems relating to urban forestry. They exist because urban trees and forests are of major social importance. As such the whole business of urban forestry and arboriculture has become highly complex and specialized and involves large total investments.

Because of the ecological, social, legal, technological, and economic aspects, urban forestry calls for serious efforts to define, and deal with, a great range of problems. My intention today has been to attempt to bring some of these problems to your attention and to offer some tentative suggestions for development.

# L'arbre en milieu urbain

J. Dan MacArthur

Université McGill
Collège McDonald
Montréal
Canada

La ville est à bien des égards un milieu peu propice à l'arboriculture et vouloir y planter et entretenir des arbres est une entreprise hérissée de nombreuses difficultés, dont le coût n'est pas la moindre.

Et pourtant, à travers le monde, il existe probablement aujourd'hui plus d'arbres dans les villes qu'il n'y en avait il y a cinquante ans. Tous les ans, gouvernements et particuliers dépensent des sommes considérables pour conserver et même accroître cet investissement que constituent les arbres en milieu urbain. On peut donc conclure que l'homme a un besoin vital d'arbres dans son environnement immédiat.

Bien des raisons pratiques justifient les efforts déployés afin que les villes soient peuplées de nombreux arbres. En plus d'embellir le paysage, les arbres agissent comme brise-vent, ils modifient la température, absorbent le son, camouflent les laideurs, réduisent la pollution, exhalent de l'oxygène, et abritent les oiseaux. Il existe bien sûr d'autres moyens d'atteindre certains de ces objectifs, mais il semble que, pour l'homme, l'arbre est un ornement vivant que rien ne saurait remplacer.

Il est certain que notre société moderne consacre beaucoup d'efforts pour favoriser la présence des arbres, dans un milieu généralement difficile et sans cesse changeant. L'environnement ou la configuration du terrain peuvent imposer des limittes au choix de types d'arbres pouvant convenir à un emplacement particulier, qu'il s'agisse de parcs, de rues ou de terrains privés. Il peut aussi exister de grandes divergences d'opinions sur le sujet.

L'arboriculture en milieu urbain s'accompagne de certains problèmes qui, sans être graves, ont quand même leur importance. Il faut ramasser les feuilles et les détruire, couper les branches qui pourraient nuire aux fils électriques et aux bâtiments. De plus, les arbres compliquent le déneigement et sont parfois endommagés par les chasse-neige; leurs raci-

nes peuvent abîmer la chaussée et faire s'affaisser les fondations des bâtiments; l'enlèvement des branches et des arbres morts ou dangereux coûte cher, sans compter les dommages ou les blessures que peuvent causer les arbres déracinés dans une tempête.

Ces problèmes ne sont pas assez graves toutefois pour empêcher quiconque de s'entourer d'arbres, et l'on considère qu'il vaut la peine de subir quelques inconvénients pour pouvoir bénéficier d'un environnement plus agréable. Quoi qu'il en soit, ces inconvénients ont été grandement réduits grâce à une meilleure sélection des types d'arbres et des méthodes de travail.

La plupart des municipalités ont parmi leur personnel permanent ou contractuel, des équipes d'arboriculteurs chargés de l'entretien des arbres plantés par les organismes municipaux. Les particuliers peuvent bénéficier des mêmes services en s'adressant à des compagnies privées spécialisées en arboriculture. En raison des exigences de la clientèle, la qualité des techniques arboricoles s'est rapidement améliorée et cette tendance devrait se maintenir.

A titre de spécialiste et d'observateur attentif du paysage urbain, mon but dans le présent exposé a été de souligner certains aspects de l'arboriculture et de la sylviculture qui, selon moi, méritent plus d'attention Bien qu'il soit peu probable que nous en arrivions à des solutions définitives aujourd'hui, je suis certain que les problèmes que nous abordons devraient faire l'objet d'études, car j'en entends parler constamment et il arrive souvent que je ne puisse offrir de conseils vraiment utiles.

1. Le milieu difficile des villes a tendance à limiter le choix des espèces d'arbres. On est donc porté à faire des choix conventionnels, restreignant indûment la variété pour favoriser la monoculture, du moins dans une région donnée. Il est très tentant de se limiter à une seule

espèce d'arbres facile à cultiver, mais que survienne un fléau comme la maladie de l'orme hollandais ou le feu bactérien chez le cormier, et l'on assiste au développement massif des bocages et des allées. Ceci peut se produire en dépit du choix le plus judicieux, fondé sur l'expérience et une longue histoire de bon rendement d'une espèce. La meilleure façon d'éviter une telle situation est de cultiver des espèces variées.

Ce disant, je me rends compte que les conditions existant dans une ville restreignent également les possibilités de diversification. Il n'en demeure pas moins que cela constitue un objectif valable, même s'il subsiste toujours un certain degré de risque. La diversification des espèces permet non seulement d'éviter la monoculture, mais aussi de rendre la sylviculture urbaine plus intéressante.

Tenant compte de ce qui précède, il peut être utile de déterminer quelles sont les conditions urbaines qui influent sur la croissance des arbres. On peut alors étudier des facteurs tels que la composition du sol, l'irrigation, le degré de pollution, l'exposition au soleil et au vent, les effets de la concentration de chaleur, les préférences de la population, l'espace disponible, et les services existants. Ce type de tableau écologique servira de référence à tous les arboriculteurs et gestionnaires.

2. La copropriété des arbres d'une ville, copropriété assumée par la municipalité et par les particuliers, comporte des inconvénients et mène parfois à de réels conflits. Il n'existe pas de règles d'entretien pouvant s'appliquer à toutes sortes d'arbres. Dans une même ville, tous les arbres recevront peut-être à peu près les mêmes soins, mais les particuliers, dont les objectifs et les attitudes sont des plus variés, ont différentes façons de s'occuper des arbres.

Même animé des meilleures intentions, un propriétaire peut planter des espèces d'arbres qui aggravent les problèmes causés par les maladies ou

les insectes ou qui menacent les câbles téléphoniques ou électriques, nuisent à l'aspect d'une propriété voisine ou endommagent des constructions. Les lois régissant la culture des arbres sur des terrains privés diffèrent beaucoup d'une ville à une autre et il semble que les autorités hésitent à établir des règlements qui déplaisent à la population.

D'autre part, les particuliers peuvent se montrer très critiques à l'égard des actions de la municipalité, par exemple, l'élagage des arbres en vue de protéger un service public ou supprimer un danger, même si ces arbres appartiennent à la municipalité.

Une meilleure compréhension de part et d'autre permettrait d'éviter ou d'amoindrir les conflits, mais il faudrait pour cela chercher de nouveaux moyens de communication. Je n'ai pas de suggestion à offrir, mais il semble pourtant logique de souhaiter que les deux principaux groupes propriétaires des arbres d'un milieu urbain travaillent en collaboration.

Il faut du moins que tous les propriétaires connaissent les lois concernant les arbres. Il existe un manque général d'information quant à la responsabilité du citoyen qui possède des arbres dont les racines ou les branches empiètent sur un terrain voisin, qu'il soit public ou privé.

Dans le même ordre d'idées, il convient de parler ici de la valeur attribuée aux arbres d'ombrage et aux arbres d'ornement. Il faudrait adopter ou mettre au point des méthodes officielles d'évaluation des arbres afin que tout le monde soit au courant qu'un arbre d'ombrage possède une valeur, et même une valeur considérable si l'on se sert du "Guide de fixation des valeurs des arbres et des plantes" rédigé par le Council of Tree and Landscape Appraisers (Counseil des évaluateurs des arbres et des terrains paysagers) sous la direction de l'International Society of Arboriculture (Société internationale d'arboriculture). A tire d'exemple, un arbre plutôt ordinaire peut être évalué à 1 000$; on peut même être obli-

gé de débourser cette somme pour faire abattre un orme mort, sans compter les frais de remplacement ou la valeur de la propriété perdue.
débourser cette somme pour faire abattre un orme mort, sans compter les frais de remplacement ou la valeur de la propriété perdue.

3. S'ils ont besoin de services en arboriculture, les particuliers s'adressent généralement à des firmes privées spécialisées. Bon nombre de ceux qui travaillent dans ce domaine sont fiables et compétents, mais il en est par contre dont les services laissent beaucoup à désirer. Ignorant de cette situation, le particulier qui croit avoir fait une "bonne affaire" s'apercevra trop tard que la transaction n'avait rien d'avantageux.

Le travail arboricole étant coûteux, il semble qu'il devrait exister quelque forme de protection pour les particuliers. Par exemple, les entreprises privées pourraient être tenues de se procurer un permis d'exploitation ou toute autre forme d'autorisation, auprès de quelque organisme, qu'il ne m'appartient pas de déterminer. Cela exigerait néanmoins la participation des principaux intéressés, soit les arboriculteurs professionnels eux-mêmes, qui sont encore les plus touchés par les erreurs et les négligences qui pourraient ternir l'image de leur profession. C'est dire qu'ils se protégeraient eux-mêmes en protégean le public.

Peut-être s'efforcent-ils déjà d'assurer cette protection mais la situation acutelle nous satisfait-elle vraiment?

4 Diagnostics

Peu importe la qualité des soins que l'on donne aux arbres en milieu urbain, les problèmes causés par les insectes, les maladies et l'environnement sont inévitables. Le fait que les arbres se trouvent pratiquement toujours dans un environnement défavorable est à l'origine même de la

fréquence des problèmes, qui sont souvent d'une nature assez singulière. De plus, en milieu urbain, chaque arbre a sa valeur propre, c'est pourquoi on ne peut avoir la même attitude qu'en forêt où tous les arbres sont confondus dans la masse.

Les arboriculteurs reconnaissent facilement les problèmes les plus courants. Par contre, lorsque surgissent des problèmes de nature plus complexe, causés par des maladies ou des insectes, il faut recourir à des spécialistes dont les services sont généralement peu accessibles aux particuliers. Par conséquent, il arrive très souvent que ni le propriétaire ni l'arboriculteur ne puisse trouver de solution.

Il serait donc important de pouvoir disposer de services de consultation et de diagnostic, dont bénéficieraient autant les propriétaires que les arboriculteurs. Le coût en serait compensé par les économies qui ne manqueraient pas d'en résulter car on pourrait ainsi éviter les conséquences fâcheuses de certaines modes aberrantes ou de tentatives de solutions coûteuses, mal orientées et inefficaces. Il faut dire qu'à certains problèmes il n'existe pas de solutions faciles, mais on peut tout de même espérer tirer le meilleur parti d'une situation fâcheuse et réduire autant que possible les dégâts.

## 5 Utilisation du bois mort

L'entretien des arbres en milieu urbain, particulièrement dans les cas où la maladie de l'orme hollandais est répandue, crée chaque année d'importantes quantités de bois mort dont il faut se débarrasser. Cela représente souvent, outre les frais, une perte de biomasse qui pourrait servir de combustible ou combler le besoin de bois des industries. Il est difficile de faire bon usage de ce bois pour plusieurs raisons, dont la principale semble être la non-rentabilité.

Quoi qu'il en soit, et malgré les difficultés que présente l'utilisation du bois mort, je crois qu'il faudrait au moins analyser le problème. Il nous faut savoir quelle quantité de bois est ainsi produite chaque année, de quelle façon on pourrait l'employer et quelles seraient les retombées éventuelles. Il faut aussi étudier les possibilités d'utiliser ce matériau plutôt que de le gaspiller et calculer si les avantages retirés de cet usage peuvent amortir au moins une partie des coûts qu'il suscite. A l'heure actuelle, la destruction du bois mort en milieu urbain n'est qu'une source de gaspillage et de dépenses, sauf lorsque ce bois est utilisé comme combustible.

En terminant, je dois avouer que je n'ai fait qu'effleurer le sujet en soulignant certains des problèmes sylvicoles urbains. Ces problèmes existent en raison de l'importance sociale des arbres et forêts. Aussi, la sylviculture et l'arboriculture urbaines sont devenues très complexes et très spécialisées et exigent des investissements considérables.

Les aspects écologique, social, juridique, technologique et économique de la sylviculture urbaine font qu'il est urgent de cerner les problèmes qui se présentent et d'y trouver des solutions. J'ai tenté aujourd'hui d'attirer votre attention sur certains de ces problèmes et d'offrir quelques suggestions quant à la façon de les résoudre.

# The Thermo-Blanket System for Over-Wintering Container Grown Ornamentals

Francis R. Gouin

University of Maryland
U.S.A.

The structureless thermo-blanket system for over-wintering sensitive container grown ornamentals is rapidly becoming an accepted nursery practice. The system is simple, relatively inexpensive and has been proved to be 100% effective during the past 10 winters, one of which was the coldest winter recorded during the past 50 years. The thermo-blanket is also an energy efficient system because it eliminates the need to supply artificial heat during extremely cold periods.

Structureless thermo-blankets can be made of: a single layer of white polyethylene film covered with 4" to 6" of loose straw held in place by a single layer of clear polyethylene film; ½" microfoam covered with white polyethylene film; or a single layer of polyethylene foam. Before applying the thermo-blanket it is important that the plants be well watered within 24 hours of covering, that upright plants be tipped on their sides and that all plants be packed tightly together on land that is well drained. The plants are then covered with a thermo-blanket and the edges of the thermo-blanket are sealed to the ground with soil, gravel or other heavy materials. The plants are uncovered in late winter or early spring, after all prolonged freezing conditions have passed. After the plants are uncovered, it is important that the plants be watered frequently to prevent desiccation and to protect the roots during late frost periods.

1. Until recent years, commercial production of many ornamental plants in containers was primarily limited to regions with mild winters or to growing species that were very cold hardy. Growers had little difficulty growing the plants, but over-wintering them successfully remained a problem to be solved.

2. Providing dependable, low cost winter protection appears to have been the one major obstacle preventing northward expansion of the ornamental container growing industry.

3. For many years, nurserymen in northern regions over-wintered their container grown plants in unheated shelters covered with white copolymer. This method of over-wintering was successful during mild winters but disastrous during severely cold winters.

4. Despite repeated failures, nurserymen continued utilizing unheated winter shelters while praying and hoping for mild winters. Some growers even theorized that large shelters provided greater protection than small shelters. There was even considerable debate between covering shelters with white or clear copolymer.

5. During these early years, nurserymen and scientists judged the successes and failures of over-wintering techniques by the appearance of the foliage and the survival of the crops. Had they examined roots of species susceptible to winter injury in containers, in mid-winter and in early spring, they would most likely have observed dead roots along the outer edge of the root balls.

6. Since the late 1960's we have learned that primary and secondary roots of many species of commonly grown ornamentals are killed at relatively high temperatures, frequently only a few degrees below freezing. Species like magnolias and Japanese hollies have roots that are killed when soil temperatures drop to the mid to low 20 degrees. To properly protect the roots of sensitive species during winter months would require heating the shelters to prevent temperatures from dropping below freezing. Plants with hardier roots would require less protection, while plants with very hardy roots could be left unprotected outdoors. This method has been adopted by some growers as a means of providing maximum winter protection.

7. The structureless thermo-blanket system for over-wintering container grown plants has eliminated the need to burn fossil fuel to protect roots of container grown plants. When using this system, you need only separate species with very hardy roots and do not need winter protection from species with high root killing temperatures that need winter protection.

8. To fully appreciate the success of the structureless thermo-blanket system, you must first understand the principles that make it work. Studies have shown that tall over-wintering shelters covered with white copolymer can sometimes be colder in the dead of winter than small shelters. This is because a single layer of copolymer is a poor insulator, and the only source of heat is the ground.

9. One of the principles of the structureless thermo-blanket system is to reduce surface areas that radiate heat to the great outdoors, and to trap the heat from the ground and container by insulating.

10. In the process of freezing, water gives off heat commonly known as the latent heat of water.

11. Water is equally as important to the success of this system as is the low-insulated profile of the blanket. It is also well recognized that saturated soils are more resistant to changes in temperatures than dry soils.

12. To make maximum use of the benefits of water, it is important that the plants be thoroughly irrigated within 24 hours of covering. Plants that are susceptible to botrytis bud blight should be treated with a good fungicide combined with a good anti-desiccant.

13. The land selected for over-wintering under the structureless thermo-blanket must be well drained. This is particularly important if upright plants are to be stored. Standing water under the thermo-

blanket appears to encourage bacterial leaf diseases on evergreens and botrytis on early spring flowering species.

14. Low spreading species can be left standing but packed tightly together to conserve space.

15. To minimize the surface area of the thermo-blanket and to prevent possible breakage, upright plants are laid on their sides. The plants are always laid with the foliage over the top of the adjacent container in a manner similar to laying roofing shingles. This is to allow maximum exposure of evergreen foliage to light, and protect foliage and branches from direct contact with the ground.

16. Over-wintering under the thermo-blanket is not limited to plants growing in small containers. 5 to 7 foot trees growing in 3, 5, and 12 gallon containers have been over-wintered successfully using this technique. These tall plants are laid on their sides and packed tightly together.

17. The original structureless thermo-blanket consists of covering the plants with a single layer of 4 white copolymer laid directly over the plants.

18. 4 to 6 inches of loose straw is spread uniformly over the white copolymer to help provide a dead air space between the white copolymer.

19. And a single layer of 4 mil clear copolymer. Early studies indicated that covering the straw with clear copolymer resulted in higher temperatures during the coldest part of the winter covering with white copolymer.

20. The clear copolymer is held in place by anchoring the edges to the ground with soil or gravel while pulling tightly to reduce the surface area of the thermo-blanket as much as possible. The original thermo-blanket is still utilized by many nurseries.

21. Because the straw was difficult to apply uniformly in the fall, messy to handle in the spring when uncovering, and served as a source for weed seeds, the search continued for a more suitable material. Microfoam, a product manufactured by the E.I. DuPont de Nemours & Co (Inc.) was found to be near ideal. The ¼" thick, 250' long and 6' wide material has a high insulating value and allows 50% light transmittance.

22. This light-weight material is easy to handle, and can be reused for 3 to 4 winters with careful handling and by storing in total darkness when not in use.

23. The procedures for using microfoam are nearly identical as those for using the original thermo-blanket. In late fall the plants are watered within 24 hours of covering. Upright plants are tipped on their sides exposing as much as possible foliage and branches out. Low spreading plants are left standing but packed tightly together.

24. Microfoam is then unrolled directly over the plants and covered immediately with a single layer of 4 mil white copolymer. Because ¼" microfoam is composed of several thin sheets, secured by punched holes, it must be covered with white copolymer to prevent moisture loss and to prevent damage by winds.

25. The edges of the thermo-blanket are then sealed to the ground with soil or gravel. When sealing the edges to the ground, it is important to stretch the white copolymer to reduce the surface area while making certain that the edges of the microfoam touch the ground for maximum insulation.

26. If mice are known to be a problem in the area, weatherproof rodenticides or mothballs should be scattered under the plants before covering.

27. Wider thermo-blankets can be made by simply taping several microfoam sheets together using any pressure sensitive tapes and covering with a wide single layer of copolymer.

28. After the plants are covered, there is nothing left to be done. The soil in the containers will not dry out and temperatures under the thermo-blankets will only drop a few degrees below freezing. Snow cover on the thermo- blanket will provide additional insulation and if the plants are packed tightly, the additional weight will not cause any damage.

29. As soon as temperatures begin to rise in the spring, and the danger of prolonged sub-freezing temperatures have passed, uncover the plants. In Maryland this generally occurs during the first two weeks of March.

30. Immediately upon uncovering, you will notice evergreen plants have a lush summer green color and their foliage will be dripping wet. You will also observe that the growing media will still be wet, despite not having been watered for several months.

31. Eight inch and $\frac{1}{2}$" (?) microfoam have been used to cover plants in unheated copolymer-covered shelters during the coldest parts of winter, January and February.

32. This practice allows growers to uncover plants for fertilizing, weeding or shifting into larger containers in the comfort of shelters, especially during bright sunny days.

33. As soon as the plants are uncovered in the spring, the microfoam should be thoroughly dried, rolled and stored in total darkness. Microfoam is resistant to decaying organisms, will not absorb water but is susceptible to deterioration by direct sunlight.

34. In recent years, companies such as Conwed Co. have begun marketing a polyethylene foam, 'Plant Foam', for use as structureless thermo-blankets.

35. Since polyethylene foams can be molded to desired thicknesses it does not need to be covered with a layer of copolymer. Polyethylene foams are also stronger than microfoam but are equally susceptible to deterioration by direct sunlight,

36. However, when using polyethylene foams, select only those that have been impregnated with white pigment to prevent heat build-up during bright sunny days.

37. Proof that the system works can best be demonstrated with temperature graphs recorded during the winter of 1976-77, reported to be the coldest winter in 50 years. Minimum temperatures measured along the outer edge of the root ball from the north side of each treatment clearly indicate that the microfoam thermo-blanket minimized winter temperatures.

38. Air temperatures under the microfoam thermo-blanket fluctuate considerably less than temperatures under all other treatments. It is also evident that mid-winter temperatures in shelters can be as cold as outdoor ambient temperatures.

39. However, as spring approaches, temperatures under microfoam thermo-blankets covered with clear copolymer can fluctuate more than under any in shelters. These high temperatures could cause premature

growth of some species of plants under the structureless thermo-blanket.

40. Measuring the winter survival of plants by examining their foliage and stems does not give a true evaluation of how well plants survive. In early spring many evergreen plants can retain their green leaves despite the fact most of their roots are dead.

41. Close examination of roots of sensitive plants exposed to minimum winter temperatures in an unheated winter shelter covered with white copolymer clearly show the outer roots of the root ball of Japanese hollies to be black and decaying.

42. However, the roots of Japanese holly over-wintered under the microfoam structureless thermo-blanket are white and alive.

43. Because all of the roots of plants over-wintered under the thermo-blanket system are alive, plants are able to initiate growth earlier in the spring, as indicated by the new growth of the Japanese holly,

44. American boxwood,

45. and cherry laurel.

46. It is well recognized that not all of the roots in the root ball of a container grown plant have same root killing temperatures. Roots in the center of the root ball are more cold-hardy than those along the outer edges, frequently referred to as primary roots. If only the primary roots are killed, the plant is able to recover but spring growth will be delayed until a balance is established between roots and top. If the roots in the middle of the root ball have been severely damaged by minimum temperatures, chances are the plant

will die as sonn as the top is subjected to stresses caused by warm days, bright sunlight and winds.

47. The advantages of properly over-wintering plants are best appreciated at the end of the second growing season. Although there are some visual differences between plants over-wintered under the different treatments, statistical differences based on dry weight of tops clearly indicated that boxwoods,

48. cherry laurel,

49. cotoneaster,

50. and Japanese hollies over-wintered under the microfoam thermo-blanket produced significantly more top growth than in all other treatments. Of interest is that only Japanese hollies stored in the middle of the shelter survived, and even these suffered considerable root injury as evident by the limited amount of new growth.

51. Even azaleas, known to have cold-hardy roots benefited from being over-wintered under the thermo-blanket. When over-wintering azaleas, it is important to spray the foliage thoroughly with a fungicide such as captan mixed with a good anti-desiccant to protect the flower buds from botrytis rot just prior to covering in the fall.

52. During the past several years we have made observations on the use of polyethylene foams and the use of black polyethylene foams and microfoam covered with black copolymer.

53. Original polyethylene foams allow considerably more light to penetrate, resulting in higher air temperatures under the thermo-blankets.

54. Our observations have also demonstrated how weather conditions affect temperatures beneath the structureless thermo-blankets. Temperatures fluctuate greatly during bright sunny days, moderately during cloudy days, and fluctuate little when the thermo-blankets are covered with snow.

55. Microfoam covered with white copolymer or black copolymer generally produces cooler temperatures than microfoam covered with clear copolymer. Spraying white latex paint over clear copolymer in late winter reduces temperature fluctuations.

56. Delaying early spring growth of plants over-wintered under the structureless thermo-blanket system has been our primary objective in recent years. We have conclusive evidence that clear polyethylene foams stimulate early growth and flowering of forsythia.

57. And may also cause desiccation of plant tissues resulting from drying out of the growing media.

58. Plants under the original thermo-blanket of microfoam covered with clear copolymer also initiated early growth but the growing media in all containers was moist and none of the plants exhibited symptoms of desiccation.

59. Plants under microfoam covered with white copolymer were slightly later in initiating new growth primarily because maximum temperatures were generally cooler.

60. All plants over-wintered under microfoam covered with clear copolymer spray painted with white latex paint in late winter appeared dormant and in excellent condition at the time of uncovering.

61. Forsythia plants over-wintered under microfoam covered with black copolymer or black polyethylene foam were dormant, while all of the evergreen species exhibited cellular deterioration.

62. The leader of Leland cypress plants turned gray-brown and died, back to the first strong lateral branch.

63. Many leaves near the ends of the branches of cherry laurel plants turned black most likely due to growing conditions in the absence of light. Injury due to desiccation on plants over-wintered under the original polyethylene foam appears as crisp brown tissues.

64. Japanese hollies over-wintered under black thermo- blankets can also suffer cellular deterioration.

65. Some of the other possible uses for the thermo-blanket materials include wrapping tree roses in the fall to protect the stems and graft unions from winter injury.

66. This is the only tree rose in the neighborhood to have survived the winter of 1976-77.

67. We have also tested the possibility of growing winter annuals such as black-eyed-Susan

68. and pansies under the structureless thermo-blanket system during the winter months. There is sufficient evidence to encourage additional research in this area.

# Couverture thermique pour la protection hivernale des plantes ornementales en pots

Francis R. Gouin

Université du Maryland
États-Unis

L'utilisation de la couverture thermique sans armature, pour recouvrir pendant l'hiver les plantes en pots fragiles, est une technique qui gagne rapidement de la popularité auprès des pépiniéristes. Cette pratique est simple, relativement peu coûteuse, et elle s'est par ailleurs révélée efficace à 100 % au cours des dix derniers hivers, parmi lesquels compte le plus rigoureux des cinquante dernières années. La couverture thermique est en outre source d'économie d'énergie, car elle tient lieu de chauffage d'appoint au cours des périodes extrêmement froides.

Il existe trois types de constructions applicables aux couvertures thermiques soit: une couche de polyéthylène blanc, recouverte de 4 à 6 pouces de paille en vrac maintenue par une pellicule de polyéthylène transparent, ou ½ pouce d'épaisseur de microfoam recouvert d'une pellicule de polyéthylène blanc, ou encore une simple couche de mousse de polyéthylène. Il est important de bien arroser les plantes dans les 24 heures qui précèdent la pose de la couverture thermique, de coucher celles qui poussent en hauteur et enfin, de grouper toutes les plantes de façon serrée sur un sol bien drainé. On les recouvre ensuite de la couverture thermique que l'on fixe au sol au moyen de terre, de gravier ou de tout autre matériau lourd. On ne retire la couverture qu'à la fin de l'hiver ou au début du printemps, après que tout risque de gel prolongé est écarté. Une fois les plantes découvertes, il est important de les arroser fréquemment en vue d'éviter leur dessiccation et de protéger les racines en cas de gelées tardives.

1 Jusqu'à ces dernières années, la production de nombreuses plantes ornementales en pots se limitait soit aux régions où l'hiver est doux, soit à la culture des espèces très résistantes au froid. Le problème qu'avaient à résoudre les producteurs ne résidait pas dans la culture même des plantes, mais plutôt dans leur préservation au cours de l'hiver.

2 L'obstacle fondamental à l'expansion de l'industrie de la culture des plantes en pots au nord du pays, semble avoir été l'inexistence d'un

moyen de protection fiable et peu coûteux pendant l'hiver.

3 Pendant nombre d'années, les pépiniéristes des régions du Nord faisaient hiverner leurs plantes en pots sous des abris non chauffés recouverts de copolymère blanc. Cette méthode était efficace si les hivers étaient cléments, mais plutôt catastrophique lors des hivers très rigoureux.

4 Malgré de nombreux échecs, on a continué à utiliser cette technique en se contentant d'espérer que les hivers soient doux. Certains producteurs ont même cru que les grands abris assuraient une meilleure protection que les petits. Une sérieuse controverse s'est aussi élevée, à savoir s'il était préférable de recouvrir les abris de copolymère blanc ou transparent.

5 A cette époque, les pépiniéristes et les chercheurs jugeaient de la valeur des techniques employées selon l'aspect du feuillage et la survie des récoltes. S'ils avaient seulement examiné, au cours de l'hiver et au début du printemps, les racines des espèces susceptibles d'être attaquées par le froid, ils auraient sans doute remarqué quelques racines mortes à l'extérieur de la motte.

6 Depuis la fin des années 1960, on a constaté que les racines primaires et secondaires de nombreuses espèces de plantes ornementales cultivées couramment ne résistent pas à des températures relativement modérées, souvent d'à peine quelques degrés sous le point de congélation. Les racines de certaines espèces telles que les magnolias et l'if japonais meurent si la température du sol descend autour de 20 degrés. En vue de protéger adéquatement les racines des espèces fragiles pendant les mois d'hiver, il faudrait chauffer les abris afin d'empêcher la température de baisser sous le point de congélation. Les plantes dont les racines sont plus résistantes ont besoin de moins de protection et celles qui ne sont nullement fragiles peuvent être laissées à l'extérieur. C'est la méthode qu'on adoptée certains

producteurs en guise de protection maximale.

7 Grâce à la couverture thermique sans armature, il est maintenant possible de protéger les racines des plantes en pots pendant l'hiver sans recourir au combustible fossile. Il suffit de séparer les espèces très résistantes, qui n'ont pas besoin de protection, de celles qui sont très sensibles aux basses températures.

8 Pour apprécier pleinement la valeur de la couverture thermique sans armature, il faut d'abord comprendre les principes de son fonctionnement. Certaines études ont démontré que les abris de grande hauteur couverts de copolymère blanc peuvent être plus froids au fort de l'hiver que les abris moins élevés. La raison en est que la couche de copolymère simple est un mauvais isolant et que la seule source de chaleur est le sol.

9 La couverture thermique sans armature sert entre autres à réduire la surface rayonnant la chaleur vers l'extérieur de la serre, et à emprisonner la chaleur du sol et du contenant de la plante, grâce à son pouvoir isolant.

10 En se congelant, l'eau émet de la chaleur dite latente.

11 Il est aussi important de bien arroser les plantes que de poser la couverture le plus près possible du sol. Il est en outre bien connu que les sols saturés sont plus résistants aux changements de température que les sols asséchés.

12 En vue de mettre à profit l'effet bénéfique de l'eau, il est essentiel de bien arroser les plantes dans les 24 heures qui précèdent la pose de la couverture. En outre, les plantes sensibles au mildiou du bourgeon causé par le botrytis doivent être traitées au moyen d'un fongicide efficace et d'un bon anti-dessiccatif.

13 La terre dans laquelle hiverneront les plantes sous la couverture thermique doit bien s'égoutter, en particulier si l'on fait hiverner des plantes qui poussent en hauteur. L'eau qui stagne sous la couverture thermique semble favoriser le développement des maladies bactériennes du feuillage des plantes à feuilles persistantes, et l'apparition du botrytis chez les espèces qui fleurissent tôt au printemps.

14 Les espèces de plantes basses peuvent être laissées à la verticale, tout en les groupant de façon assez serrée pour éviter les pertes d'espaces.

15 Afin de restreindre la superficie de la couverture thermique et d'éviter les bris éventuels, il est préférable de coucher les plantes qui poussent en hauteur. On les range un peu comme on pose des bardeaux de couverture, c'est-à-dire qu'on dispose le feuillage d'une plante par-dessus le pot de la plante adjacente. Cette méthode permet au feuillage des plantes à feuilles persistantes de recevoir le plus de lumière possible et d'être protégé, tout comme les branches, d'un contact direct avec le sol.

16 L'emploi de la couverture thermique ne se restreint pas aux plantes qui poussent dans des petits contenants. Cette technique a été employée avec succès pour recouvrir en hiver des arbres de 5 à 7 pieds dans des contenants de 3, 5 et 12 gallons. On couche ces grandes plantes et on les regroupe en rangs serrés.

17 Le premier type de couverture thermique sans armature consiste en une seule pellicule de copolymère blanc de 4 millièmes de pouce étendue directement sur les plantes.

18 On dépose ensuite une couche uniforme de 4 à 6 pouces de paille en vrac par-dessus la pellicule de copolymère blanc afin de former un matelas d'air isolant entre le copolymère blanc et la pellicule de

copolymère transparent de 4 millièmes de pouce.

19 Des études récentes ont démontré qu'en recouvrant la paille d'une pellicule de copolymère transparent, on pouvait maintenir des températures plus élevées qu'au moyen de copolymère blanc, pendant les périodes les plus froides de l'hiver.

20 On fixe le copolymère transparent en ancrant ses côtés au sol avec de la terre ou du gravier tout en les étirant fermement pour réduire autant que possible la superficie de la couverture thermique. Dans de nombreuses pépinières, on utilise encore ce modèle de couverture thermique.

21 La paille étant difficile à distribuer uniformément à l'automne et désagréable à manipuler au printemps au moment d'enlever la couverture, sans compter qu'elle favorise la pousse des mauvaises herbes, on a continué à chercher un meilleur matériau. Le microfoam, produit manufacturé par E.I. duPont de Nemours & Co. (Inc.) semble le plus rapproché du matériau idéal. Il possède un pouvoir isolant très élevé et transmet la lumière à 50 %. Les feuilles mesurent ½ po d'épaisseur, 250 pi de longueur et 6 pi de largeur.

22 Le microfoam est léger, facile à manier et peut être réutilisé durant 3 ou 4 hivers de suite si on le manipule avec soin et qu'on l'entrepose dans l'obscurité totale quand on ne s'en sert pas.

23 Le mode d'emploi du microfoam est presque identique à celui du premier type de couverture thermique. Vers la fin de l'automne, on arrose les plantes 24 heures au moins avant de poser la couverture. On couche les plantes hautes sur le côté, tout en essayant d'exposer le plus possible le feuillage et les branches à la lumière. Les plantes basses sont laissées debout mais placées serrées les unes contre les autres.

24 On déroule ensuite le microfoam directement sur les plantes et on le recouvre immédiatement au moyen d'une pellicule simple de copolymère blanc de 4 millièmes de pouce d'épaisseur. Le microfoam de ½ po étant fabriqué de plusieurs pellicules minces qui tiennent ensemble au moyen de trous poinçonnés dans le matériau, il faut le recouvrir par du copolymère blanc pour éviter les pertes d'humidité et les dommages causés par le vent.

25 Les bords de la couverture thermique sont ensuite fixés au sol au moyen de terre ou de gravier. Pour ce faire, il est important d'étirer le copolymère blanc pour réduire la superficie tout en s'assurant que les bords du microfoam touchent au sol de façon que l'isolation soit parfaite.

26 Si l'on sait qu'il y a des souris dans les environs, il faut répandre de la naphtalène ou un rodenticide à l'épreuve de l'eau sous les plantes avant d'étendre la couverture.

27 On peut fabriquer des couvertures thermiques plus larges en collant simplement des feuilles de microfoam ensemble au moyen de ruban adhésif par pression et en les recouvrant d'une large pellicule simple de copolymère.

28 Tout le travail est fait quand les plantes sont recouvertes. Le sol des contenants ne s'asséchera pas et la température sous la couverture thermique ne descendra que de quelques degrés sous le point de congélation. S'il neige sur la couverture thermique, cela agira comme isolant supplémentaire et si les plantes sont serrées, le poids de la neige ne les endommagera pas.

29 Au printemps, dès que la température commence à s'élever, et que tout danger de gel est écarté, on peut découvrir les plantes. Au Maryland, ces conditions sont réunies au cours des deux premières semaines de mars.

30 Immédiatement après avoir enlevé la couverture, on remarquera que les plantes à feuilles persistantes sont aussi verdoyantes qu'en été et que leur feuillage est tellement humide qu'il suinte. On s'aperçoit également que la terre est encore humide, même si elle n'a pas été arrosée depuis plusieurs mois.

31 Pendant les mois de janvier et de février, on a utilisé du microfoam de 8 po et de ½ po (?) pour protéger les plantes dans les abris non chauffés recouverts de copolymère.

32 Cette technique permet aux producteurs de découvrir les plantes pour les engraisser, les désherber ou les rempoter à l'intérieur d'abris confortables, tout particulièrement pendant les jours ensoleillés.

33 Au printemps, dès que les plantes sont découvertes, le microfoam doit être asséché complètement, enroulé et entreposé à l'obscurité. Le microfoam est résistant aux organismes qui provoquent la putréfaction, n'absorbe pas l'eau mais est susceptible de se détériorer au soleil.

34 Au cours des dernières années, certaines compagnies ont commencé à commercialiser des mousses de polyéthylène destinées à servir de couverture thermique, par exemple le "Plant Foam" de la société Conwed.

35 Les mousses de polyéthylène pouvant être moulées à toutes les épaisseurs désirées, il n'est pas nécessaire de les recouvrir d'une pellicule de copolymère. Elles sont en outre plus résistantes que le microfoam mais se détériorent également en plein soleil.

36 Quoi qu'il en soit, il faut toujours utiliser de préférence la mousse de polyéthylène imprégnée d'un pigment blanc qui empêche la chaleur de s'accumuler pendant les jours ensoleillés.

37 L'efficacité de cette méthode est démontrée par les graphiques de

température établis au cours de l'hiver 1976-1977, réputé le plus froid depuis cinquante ans. Les températures minimales prises à l'extérieur de la motte de racines, du côté nord, indiquent clairement que la couverture thermique de microfoam adoucit les températures hivernales.

38 Les températures de l'air ambiant sous la couverture thermique de microfoam varient considérablement moins que lors de l'utilisation d'autres techniques. Il est en outre évident que les températures des abris au milieu de l'hiver sont aussi basses que celles de l'air ambiant extérieur.

39 Néanmoins, à l'approche du printemps, les températures mesurées sous les couvertures thermiques de microfoam recouvertes de copolymère transparent peuvent fluctuer davantage que dans les abris. Ces températures élevées peuvent entraîner la croissance prématurée de certaines espèces de plantes.

40 Si l'on examine le feuillage et les tiges d'une plante pour évaluer son état de santé après l'hiver, on n'en obtiendra pas une idée exacte. De nombreuses plantes à feuilles persistantes peuvent conserver des feuilles vertes même si presque toutes leurs racines sont mortes.

41 En examinant attentivement les racines des plantes fragiles exposées aux températures hivernales les plus basses dans des abris non chauffés recouverts de copolymère blanc, on a remarqué que les racines extérieures de la motte de l'if japonais étaient noires et en train de pourrir.

42 Par contre, les racines de l'if japonais qui a hiverné sous une couverture thermique de microfoam sans armature sont blanches et parfaitement saines.

43 Parce que toutes les racines des plantes qui ont hiverné sous la couverture thermique sont saines, ces plantes commencent à pousser plus tôt au printemps comme nous avons pu le constater chez l'if japonais,

44 chez le buis

45 et chez le laurier-cerise.

46 Bien entendu, toutes les racines de la motte d'une plante en pot n'ont pas la même sensibilité au froid. Les racines du centre de la motte sont plus résistantes que les racines périphériques, communément appelées racines primaires. Si seules les racines primaires périssent, la plante peut survivre, mais sa croissance printanière sera retardée jusqu'à ce que se rétablisse un équilibre entre les racines et la partie aérienne de la plante. Si les racines du milieu de la motte ont été gravement endommagées par le froid, la plante risque fort de périr dès que sa partie aérienne aura à supporter la chaleur, les rayons du soleil et le vent.

47 C'est au bout de la deuxième saison de croissance qu'on peut le mieux apprécier les avantages d'une bonne protection pendant l'hiver. Bien qu'il existe des différences visibles entre les plantes, suivant la technique de protection employée, des données statistiques établies d'après le poids sec de la partie aérienne ont prouvé nettement que le buis,

48 le laurier-cerise

49 le cotonéastre

50 et l'if japonais qui hivernent sous une couverture thermique de microfoam croissent beaucoup mieux que les plantes protégées d'autre façon. Il est intéressant de remarquer que seuls les ifs japonais

entreposés au centre de l'abri ont survécu, mais ils ont quand même subi de graves dommages aux racines, ce qui s'est traduit par une croissance médiocre.

51 Même les azalées, dont les racines sont très résistantes, ont profité des effets bénéfiques de la couverture thermique. Au moment de l'hivernage des azalées, soit à l'automne, juste avant de les recouvrir, il est important de vaporiser sur tout le feuillage un fongicide tel que le captan mélangé à un anti-dessiccatif efficace pour protéger les boutons de fleur contre le botrytis.

52 Ces dernières années, nous avons fait des expériences sur l'emploi des mousses de polyéthylène et des mousses de polyéthylène noir et du microfoam recouverts de copolymère noir.

53 Les mousses de polyéthylène utilisées auparavant laissent passer beaucoup plus de lumière, ce qui crée des températures élevées sous les couvertures thermiques.

54 Nos expériences ont en outre démontré de quelle façon la température extérieure influe sur les températures ambiantes sous la couverture thermique sans armature. Les températures varient sensiblement les jours clairs et ensoleillés, modérément les jours sombres et assez peu lorsque les couvertures thermiques sont couvertes de neige.

55 Le microfoam recouvert de copolymère blanc ou noir crée généralement des températures plus basses que le microfoam recouvert de copolymère transparent. Pour réduire les variations de température, on peut vaporiser une peinture-émulsion blanche par-dessus le copolymère transparent vers la fin de l'hiver.

56 Au cours des dernières années, notre principal objectif a été de retarder la pousse, au début du printemps, des plantes protégées pendant l'hiver sous une couverture thermique sans armature. Nous avons

la preuve certaine que les mousses de polyéthylène tranparent stimulent la croissance et la floraison des forsythias.

57 et peuvent également causer la dessiccation des tissus des plantes en raison d'un dessèchement du milieu de culture.

58 Les plantes protégées par la couverture thermique de microfoam recouverte de copolymère transparent ont connu également une croissance précoce, mais la terre des contenants était restée humide et aucune des plantes ne démontrait de symptômes de dessiccation.

59 Les plantes placées sous le microfoam recouvert de copolymère blanc ont un regain de croissance légèrement plus tardif, en raison principalement des températures maximales généralement moins élevées.

60 Toutes les plantes qui ont hiverné sous une couverture de microfoam recouvert de copolymère transparent revêtu d'une couche de peinture-émulsion blanche ont semblé être au repos et en parfait état quand on les a découvertes.

61 Les forsythias protégés par une couverture de microfoam recouvert de copolymère noir ou de mousse de polyéthylène noire étaient eux aussi au repos, alors que toutes les autres espèces de plantes à feuilles persistantes portaient des traces de détérioration cellulaire.

62 La pousse principale du cyprès Leland a pris une teinte grise brunâtre, puis toutes ses branches sont mortes jusqu'à la première grosses branche latérale.

63 Beaucoup de feuilles près du bout des branches du laurier-cerise ont noirci, tout probablement en raison du manque de lumière. Les dommages causés par la dessiccation des plantes protégées par la couverture en mousse de polyéthylène sont caractérisés par des tissus bruns et secs.

64 L'if japonais ayant hiverné sous une couverture thermique noire pourrait également présenter des indices de détérioration cellulaire.

65 Les couvertures thermiques peuvent aussi servir à envelopper les rosiers-tiges à l'automne pour protéger les tiges et les porte-greffes des dommages de l'hiver.

66 Voici le seul rosier-tige des environs à avoir survécu à l'hiver 1976-1977.

67 Nous avons également exploré la possibilité de faire pousser des plantes annuelles hivernales telles que la rudbeckie hérissée,

68 ainsi que des pensées, sous des couvertures thermiques sans armature pendant les mois d'hiver. Les résultats obtenus jusqu'à maintenant nous incitent à poursuivre nos recherches en ce domaine.

# Something old Something new Ornamental Trees for Town Country

Roy Lancaster

Winchester, Hampshire
England

I sometimes think that those concerned with the planting of trees especially in our towns and cities are afflicted with two unfortunate and restricting maladies. The first of these is the apparent conviction that buildings must always come first in the scheme of things and that trees, if their importance is recognized at all, must be made to fit into the finished plan. The second is a curious obsession with all things new.

The combination of these two factors has, in the past, resulted in a situation which at its best is experimental, at its worst a disaster.

The difficulties of planting trees in urban areas is well known and documented and it is not my intention here to discuss the problem, except to say that the need to find or breed trees to squeeze into the usually uncompromising city situation has produced many depressing urban landscapes, some of which seeming to have come straight from the mind of the science fiction writer.

For many reasons trees are important in our lives and, even if we don't appreciate the fact, it is no reason for us to be denied their presence. I believe that in all new developments, domestic or commercial allowance for planting and the selection of trees must be part and parcel of the planning scheme and should be given equal consideration with the buildings at the onset. In selecting trees, the services of a plantsman specializing in trees should be included in the design team. Planning should be flexible enough to encompass a wide range of tree shapes and sizes and in sufficient variety so as to avoid the creation of a clinical and clonal situation.

In old established sites in cities and towns, clearance schemes should allow for major tree planting whatever the demands of commercial developers and speculators. One has only to look at the green squares and oases containing large unlopped trees in any western city to

understand the importance and necessity of such areas in the lives of those who live or work there.

Private gardens are just as important in their contribution to the quality of our lives and because of their individual freedom the owners of such gardens, large and small, are able to present a greater variety of interest in the trees they choose to plant and are traditionally less influenced by the presence or proximity of buildings.

On the subject of new varieties, the devastation caused in both North America and Western Europe by the ravages of the so-called Dutch Elm Disease should be sufficient proof of the folly of planting single clones to the exclusion of others. Even in the wake of such destruction there is a danger that the breeder, in his search for new clones to replace the old may fall into the same trap. Surely it makes sense to plant trees in variety and to make this our criteria rather than mere uniformity. To ensure the future of trees in our landscapes we should, where practical, make use of the entire gene pool at our disposal and not fish for individuals to provide short term answers.

On my travels abroad in wild places and in gardens nearer home, I am constantly amazed by the variety of trees available to us and even more amazed at the small percentage which are used in general planting. Apparently, in their search for the new, the planter and the planner have ignored or forgotten the wealth of material already in cultivation, much of which was introduced by the great plant hunters or produced by the great gardeners and nurserymen 50 years and more ago. Instead of spending more and more time and resources on breeding or seeking out new clones, would it not make sense to stop awhile and take stock of what we already have?

I will now present a selection of trees, old and new, which I suggest might be considered when tree planting schemes are about to be discussed. Not all are hardy enough for these more northerly climatic zones but

experience and the necessary expertise will decide which are most suited for where.

ORNAMENTAL TREES FOR TOWN AND COUNTRY

Trees of medium to large size (40-60ft - 14-20 m)

Populus alba
" 'Serotina Aurea'
Alnus cordata
" x cordinea 'Sipkes'
" inokumae
Tilia cordata
" pétiolaris
Quercus frainetto
Nothofagus procera
Fagus sylvatica 'Cockleshell'
Zelkova carpinifolia
Sophora japonica
Ligustrum lucidum
Robinia pseudoacacia 'Frisia'
Carpinus betulus 'Fastigiatus'
Acer pseudoplatanus 'Erectum'
" Trautvetteri
Ostrya virginiana
Aesculus indica
" x carnea
Magnolia campbellii mollicomata
" campbellii

Trees of small size (Up to 35 ft - up to 11 m)

Betula pendula 'Youngii'
Fagus sylvatica 'Purpurea Pendula'

Photinia Beauvardiana notabilis
Platycarya strobilacea
Malus 'John Downie', Malus florentina
Prunus yedoensis
Sorbus alnifolia
" alnifolia 'Skyline'
" x thuringiaca 'Fastigiata'
" ursina
" Vilmorinii
" 'Sunshine'
" x kewensis
Cornus contraversa 'Variegata', Cornus officinalis
Ligustrum chenaultii
Xanthocerus sorbifolia
Aralia elata
" elata 'Variegata'
" elata 'Aureo-variegata'
Alnus glutinosa 'Imperialis'
Acer x hillieri 'Summergold'
" 'Silver Vein'
Amelanchier lamarckii
Eucalyptus niphophila
Maackia chinensis
Rhus trichocarpa

Trees with Ornemental Back

Sorbus Aucuparia 'Beissneri'
Alnus firma
Ulmus parvifolia
Acer griseum
Betula albo-sinensis septentrionalis
Celtis caucasica

Diospyros virginiana
Salix alba 'Vitellina'
" alba 'Chermesina'

Trees with Colourful Leaves in the Fall

Acer pectinatum
" x hillieri
" platanoides 'Columnaris'
" tschonoskii
" cappadocicum
Liquidambar styraciflua 'Aurea'
Liriodendron tulipifera 'Fastigiata'
Nyssa sinensis
Fraxinus oxycarpa 'Raywood'
Sorbus 'Joseph Rock'
Carpinus cordata

# De l'ancien et du nouveau
# Les arbres d'ornement et l'aménagement du territoire

Roy Lancaster

Winchester, Hampshire
Angleterre

Il m'arrive parfois de croire que les urbanistes sont affligés de deux handicaps. Le premier consiste à s'imaginer que les immeubles sont l'élément essentiel de tout schéma d'aménagement et que les arbres, si le schéma en prévoit, doivent tout simplement s'intégrer au plan définitif. Le second vient d'une curieuse obsession de tout ce qui est nouveau.

Par le passé, l'action combinée de ces deux facteurs a créé des situations qui, au mieux, peuvent avoir une valeur d'expérience, et au pis, se sont transformées en désastre.

Les difficultés relatives à la plantation d'arbres en milieu urbain sont bien connues et toute une documentation existe sur le sujet. Je n'ai pas l'intention de m'arrêter à cette question, sauf pour souligner que le besoin de trouver ou de créer des arbres capables de s'intégrer à un milieu urbain, habituellement peu maliéable, a produit de nombreux paysages urbains déprimants, qu'on croirait souvent inspirés de la science-fiction.

Les arbres ont leur utilité et, même si nous ne nous en rendons pas compte, ils jouent à plusieurs titres un rôle important dans nos vies. A mon avis, les schémas d'aménagement de tous les nouveaux quartiers, résidentiels ou commerciaux, devraient prévoir la sélection et la plantation d'arbres et accorder à ces deux opérations autant d'attention qu'aux immeubles eux-mêmes. Pour le choix des arbres, l'équipe de planification devrait faire appel à un spécialiste en la matière. La planification devrait être suffisamment souple pour accepter des arbres de tailles et de formes différentes et prévoir assez de diversité clonale pour éviter un dépeuplement massif en cas d'épidémie chez un clone.

Avant de répondre aux demandes des promoteurs et des spéculateurs, les plans de rénovation dans les vieilles villes devraient toujours prévoir la plantation de nombreux arbres. Il suffit de voir, dans les villes occidentales, les squares et autres aires de repos ornés de grands arbres non taillés pour comprendre l'importance, voire la nécessité de tels

endroits pour les résidants et les travailleurs du quartier.

Les jardins, petits ou grands, sont tout aussi importants pour la qualité de la vie. Les propriétaires de ces jardins jouissent d'une grande liberté dans le choix de leurs arbres et, d'habitude, ne sont pas gênés par la proximité d'immeubles.

Quant aux nouvelles variétés, mentionnons que les ravages faits en Amérique du Nord et en Europe occidentale par la maladie de l'orme montrent bien qu'il est absurde de vouloir s'en tenir à un seul clone à l'exclusion de tous les autres. Même à la suite d'une telle dévastation, il y a toujours un risque que les hybrideurs, dans leur recherche de clones de remplacement, retombent dans le même piège. Le bon sens exige que, dans ce domaine, la variété l'emporte sur l'uniformité. Pour assurer la survie de nos arbres en milieu urbain, il importe, dans la mesure du possible, d'utiliser tout le fonds génétique dont nous disposons et non pas de rechercher uniquement des individus qui n'apporteront qu'une solution à court terme.

En parcourant les contrées sauvages ou en me promenant dans nos jardins, je suis toujours étonné de la variété d'arbres dont nous disposons, mais je le suis encore plus de constater combien peu nous exploitons cette grande variété. Apparemment, dans leur quête de nouveauté, les experts en plantation et les planificateurs ont oublié, ou ignorent même l'existence d'une abondance de matériel déjà en culture, et en grande partie découvert ou produit par d'éminents chercheurs, jardiniers, pépiniéristes il y a de cela 50 ans et plus. Au lieu de consacrer toujours plus de temps et de ressources à la découverte ou à la création de nouveaux clones, ne vaudrait-il pas mieux tirer profit des stocks existants?

Je vais maintenant vous proposer une liste d'arbres, anciens et nouveaux, qui pourrait servir lorsque vient le moment d'établir un schéma de plantation. Ces arbres ne sont pas tous capables d'affronter le climat canadien et il faudra faire appel à l'expérience et aux connaissances

d'experts pour faire un choix judicieux.

Arbres de moyenne et grande taille (40 à 60 pieds - 14 à 20 mètres)

Populus alba
" 'Serotina Aurea'
Alnus cordata
" x cordinea 'Spikes'
" inokumae
Tilia cordata
" petiolaris
Quercus frainetto
Nothofagus procera
Fagus sylvatica 'Cockleshell'
Zelkova carpinifolia
Sophora japonica
Ligustrum lucidum
Robinia pseudoacacia 'Frisia'
Carpinus betulus 'Fastigiatus'
Acer pseudoplatanus 'Erectum'
" Trautvetteri
Ostrya virginiana
Aesculus indica
" x carnea
Magnolia campbellii mollicomata
" campbellii

Arbres de petite taille (jusqu'à 35 pieds - 11 m )

Betula pendula 'Youngii'
Fagus sylvatica 'Purpurea Pendula'
Photinia Beauvardiana notabilis

Platycarya strobilacea

Malus 'John Downie', Malus florentina

Prunus yedoensis

Sorbus alnifolia

" alnifolia 'Skyline'

" x thuringiaca 'Fastigiata'

" ursina

" Vilmorinii

" 'Sunshine'

" x kewensis

Cornus contraversa 'Variegata', Cornus officinalis

Ligustrum chenaultii

Xanthocerus sorbifolia

Aralia elata

" elata 'Variegata'

" elata 'Aureo-variegata'

Alnus glutinosa 'Imperialis'

Acer x hillieri 'Summergold'

" 'Silver Vein'

Amélanchier lamarckii

Eucalyptus niphophila

Maackia chinensis

Rhus trichocarpa

Arbres à écorce ornementale

Sorbus Aucuparia 'Beissneri'

Alnus firma

Ulmus parvifolia

Acer griseum

Betula albo-sinensis septentrionalis

Celtis caucasica

Diospyros virginiana

Salix alba 'Vitellina'
" alba 'Chermesina'

Arbres au feuillage automnal coloré

Acer pectinatum
" x hillieri
" platanoides 'Columnaris'
" tschonoskii
" cappadocicum
Liquidambar styraciflua 'Aurea'
Liriodendron tulipifera 'Fastigiata'
Nyssa sinensis
Fraxinus oxycarpa 'Raywood'
Sorbus 'Joseph Rock'
Carpinus cordata

# La fertilisation des pépinières en culture sur le sol en place et hors sol

A. Anstett

École nationale supérieure
d'horticulture
Versailles, France

En France, il y a 15 ou 20 ans, toutes les cultures en pépinières se faisaient sur le sol en place et depuis, s'inspirant de l'exemple des pépiniéristes des États-Unis, en particulier de Californie, les cultures hors sol, en conteneurs "se sont développées mais avec une intensité" très variable. En effet, dans les zones climatiques froides comme l'est de la France, les tentatives de culture en conteneurs se sont soldées par un échec sauf dans les cas de protection hivernale adéquate avec des abris en verre ou en matière plastique. De même en pépinière forestière, le prix de revient en conteneurs ne permet pas à l'horticulteur, du moins pour l'instant, d'être compétitif. Il en va de même pour des végétaux à bouturage et à culture très facile comme les peupliers (populus), les saules (salix sp.) les troenes (ligustrum sp.), etc. Enfin l'ensemble de la pépinière fruitière se fait en pleine terre.

Ainsi en France la pépinière s'est maintenue dans le sol en place pour 70 à 100 % de la production selon les exploitations. La culture en conteneurs étant réservée aux espèces ornementales plus délicates, la proportion dans le chiffre d'affaire est évidemment plus importante que le pourcentage de sujets produits.

Il nous faut donc distinguer la fertilisation en culture en pleine terre et celle en conteneurs.

## I FERTILISATION EN PÉPINIERE DE PLEINE TERRE

En agronomie, on distingue la fumure de fond de la fumure d'entretien.

Le but de la fumure de fond est de corriger les défauts majeurs du sol avant la culture; le but de la fumure d'entretien est de maintenir en cours de culture les conditions favorables créées précédemment.

### 1 La fumure de fond

Celle-ci comprend non seulement l'amélioration des propriétés

chimiques par l'utilisation d'engrais mais encore l'amélioration des propriétés physiques par l'utilisation d'amendements.

A La fertilisation agrophysique (1)* (2)

Si pour la pépinière de multiplication en pleine terre, on considère comme idéal un sol léger avec irrigation, en pépinière d'élevage on considère comme idéal "la terre dite franche" dont le concept oscille entre les sables limoneux et les limons. La multiplicité des espèces cultivées en pépinière rend d'ailleurs utopique la définition d'un sol "idéal" convenant à l'ensemble des espèces. Certains sols à texture extrême permettent cependant une culture rentable mais seulement pour une gamme relativement réduite d'espèces, par exemple en sol très sableux sec: Acer negundo, Betula verrucosa.

Signalons que la qualité peut varier en fonction de la texture; ainsi, Acer saccharinum (le symbole du Canada) et le Sophora Japonica présentent en sol lourd un tronc moins étroit qu'en sol léger ou moyen. Pour les arbres à croissance lente du type Picea pungens Koster, il faut que le sol présente un moyen terme entre les sols sableux (difficulté de faire les mottes, développement très important voire excessif du système racinaire, d'où légions inévitables des racines lors de l'arrachage) et les sols argileux (facilité de faire des mottes, mais développement racinaire insuffisant, d'où reprise difficile comme dans le cas précédent).

On peut à présent se demander si le pépiniériste a intérêt à modifier la texture de ses sols comme le fait le maraîcher.

---

* Les nombres entre parenthèses renvoient à la bibliographie.

Si, à notre avis, la pépinière de multiplication en pleine terre peut amortir les frais d'une modification texturale par l'apport d'amendements argileux ou sableux, selon le cas, cela n'est pas rentable pour la pépinière d'élevage où, comme en grande culture, seuls les amendements organiques et calciques ont leur place, c'est-à-dire des amendements agissant surtout sur la structure du sol.

L'utilisation d'humus en pépinière est particulièrement importante car certaines techniques culturales appauvrissent le sol en matières organiques. Ainsi le défoncement sur 50 cm de profondeur, pratique courante lors de l'installation d'une pépinière, engendre une dilution de la matière organique et des éléments fertilisants minéraux. Admettons que notre sol (0-25 cm) ait un taux de 2,5 % de matières organiques et le sous-sol (25-50 cm) un taux de 0,8 %. Après défoncement, on aura une couche de 50 cm dont la teneur ne sera que de 1,05 % de matières organiques et dans ce cas il y a possibilité d'altération des propriétés physiques du sol au moins en surface. Pour des sols de limon par exemple, on considère que la sonnette d'alarme retentit dès que l'on arrive à moins de 2 % de matières organiques de terre sèche.

Comme dans n'importe quel sol, le taux d'huus décroît avec le temps, ce phénomène est encore plus rapide en pépinière car on exporte une partie du sol en particulier lors de la vente en tontine et ce, en supposant que notre sol n'ait pas été défoncé et que la couche arable ait 25 cm d'épaisseur et un taux de 2,5 % de matières organiques. Supposons une culture d'une espèce ornementale de croissance lente du type Picea pungens "Glauca Koster" dont la vente est effectuée après 5 ans, à ce moment le taux de matières organiques sera à 2,3 % en supposant que les restitutions d'humus soient nulles, ce qui est pratiquement le cas (à part quelques prendophylles de notre "sapin" bleu).

Après arrachage des végétaux en mottes, on peut estimer la perte de sol comme équivalente à 2 cm d'épaisseur de terre. Si l'on refait un labour à 25 cm on va donc prendre 2 cm de sous-sol plus-pauvre (0,8 % de matières organiques) et la nouvelle couche arable aura un peu moins de 2,2 % de matières organiques de terre sèche. En l'absence d'apport d'amendement organique, cette opération renouvelée un certain nombre de fois aboutira à une carence en humus engendrant une altération structurale du sol.

On comprend que le fumier de ferme a, de tout temps, été utilisé en pépinière. Ainsi lors de la création d'une pépinière, après défoncement, en automne, on recommande des apports de 50 à 100 T de fumier/hectare au printemps enfoui par un labour d'autant plus superficiel que le sol est plus lourd. Comme dose d'entretien on admet 20 à 25 T de fumier/ha tous les 2 ans. Signalons que le fumier est alcalinisant. Ainsi dans de vieilles pépinières forestières d'Auvergne, on a enregistré des pertes causées par l'utilisation de doses trop élevées de fumier de ferme engendrant une alcalinité du sol.

Contrairement aux pépinières allemandes où l'on apporte $30m^3$ de tourbe/ha/an, l'utilisation en France de la tourbe comme amendement est réduite en raison du prix, par contre, on utilise de plus en plus des ordures ménagères triées et compostées, des fumiers de champignonnière (de préférence sans terre de gobetage) et les écorces fraîches ou compostées de résineux.

Le pépiniériste utilise parfois des amendements calciques. Ce qui nous amène à examiner le pH des sols de pépinières.

Divers auteurs en particulier KRUSSMANN (3) ont dressé des listes de végétaux en fonction de leur pH optimum de développement. A notre avis, ces conditions de pH, abstraction faite des

plantes dites "de terre de bruyère" (Azalea, Camelia, Erica, Rhododendron, Vaccinium, etc.) la plupart des autres végétaux sont relativement ubiquistes, c'est-à-dire que leur spectre de pH dit optimum est très large, généralement de 2 à 3 unités.

Outre le pH, il faut aussi tenir compte de la présence ou de l'absence de calcaire.

Ainsi si l'on veut diminuer le pH, il faut avoir présent à l'esprit que l'enlèvement du calcaire d'un sol est une utopie. Si la couche arable contient par exemple 5 % de $CO_3Ca$ de terre sèche cela représente 150 T de calcaire/ha et il faudrait apporter 48 T de soufre pour détruire le calcaire, ce qui serait très coûteux et risquerait, par l'accumulation de sulfate, d'être plus ou moins phytotoxique.

Par contre en sol non calcaire, pour diminuer le pH, le pépiniériste peut faire appel à des engrais acidifiants, au soufre et à la tourbe blonde. L'effet recherché sera d'autant plus facile à obtenir que le sol est plus léger. L'action de la tourbe blonde est, en raison de son pouvoir tampon élevé, plus soutenue dans le temps que celle des engrais, c'est ainsi qu'elle permet de rattraper des surchaulages; il faut évidemment utiliser des quantités assez importantes de l'ordre de 10 à 20 T/ha.

L'augmentation du pH est une opération plus facile que la précédente car on ne trouve dans le sol que des acides faibles alors que le Ca correspond à une base moyenne. Le pépiniériste dispose des engrais alcalinisants et surtout des amendements calciques.

Des 5 formes à action alcalinisante: oxyde, hydroxyde, carbonate, silicate et aluminate de Ca, le pépiniériste utilise surtout la forme carbonate. En effet s'il chaule, c'est que le pH est

nettement acide (inférieur à pH ($H_2O$)=6) et dans ce cas les calcaires broyés en dissolvent parfaitement; d'autre part on ne cherche pas une variation brutale du pH comme cela est le cas avec les formes oxydes et hydroxyde qui sont cependant utilisées en sol de limon pour une question structurale. En effet on observe une altération de la structure dès que pH($H_2O$) devient inférieur à 7,5.

Ceci n'est pas le cas de la nouvelle zone de pépinière de la vallée de l'Authion où se replient les pépiniéristes angevins expropriés. Le sol en question contient 20 à 40 % d'argile, 4 à 8 % de matières organiques, 3 à 5 % de calcaire et un ph supérieur à 7,5. De prime abord un tel sol semble impropre à la pépinière mais ces vertisols grâce aux argiles gonflantes (type 2: 1) au taux élevé de matières organiques et leur ph alcalin ont une structure excellente expliquant les bons résultats culturaux.

L'intervention du pépiniériste sur les propriétés physiques s'arrête là, mais il peut et doit aussi intervenir sur les propriétés chimiques de son sol par l'utilisation d'engrais.

B La fertilisation agrochimique

On cherche à obtenir des sujets ayant un équilibre parfait entre leurs parties aériennes et leurs parties souterraines (rapport A) mais, il y a interférence des propriétés physiques et chimiques du sol.

TABLEAU 1 Interférence milieu physique-milieu chimique sur le rapport parties aériennes: parties souterraines des sujets (1)

| Milieu physique | | Milieu chimique | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Riche | Moyen | Pauvre |
| | Excellent (ex.: sol sablo-humifère | A/S équilibré - croissance rapide | A/S trop faible | A/S trop faible |
| | Moyen (ex.: limon) | A/S trop élevé | A/S équilibre - croissance moyenne | A/S trop faible |
| | Mauvais (ex.: sol argileux) | A/S très élevé | A/S trop élevé | A/S équilibré mais croissance réduite |

Il ressort que la fumure doit être modulée en fonction des autres facteurs.

Avant d'effectuer les semis ou les plantations, il faut que le sol ait un taux satisfaisant en acide phosphorique ($P_2O_5$), en potasse ($K_2O$) et en magnésie (MgO) de telle sorte que, si l'on apporte des engrais, ceux-ci restent à la disposition de la plante, c'est-à-dire qu'ils ne soient pas fixés de manière difficilement réversible par le sol. L'obtention de ces taux satisfaisants est le but de la fumure de fond appelée également fumure de redressement. Celle-ci ne comprend pas l'azote (N) car, avec nos engrais azotés classiques (ioniques), le stockage et l'azote n'est pas possible.

On peut évidemment d'abord se demander si les teneurs en éléments fertilisants sont réellement très fluctuantes. Effectivement, en prenant uniquement les sols humo-sableux des pépinières de l'Allemagne septentrionale (4), on constate des variations très importantes comme il ressort du tableau suivant.

TABLEAU 2 Teneurs des sols de pépinière de l'Allemagne septentrionale (4)

| | Valeurs extrêmes | |
|---|---|---|
| | Minimum | Maximum |
| pH (KCl) | 2,8 | 6,3 |
| $P_2O_5$ assimilable en % de terre sèche | 0,01 | 0,75 |
| $K_2O$ assimilable en % de terre sèche | 0,04 | 0,43 |

LINDEMANN (2) a déterminé les valeurs moyennes de plus de 1 000 sols de pépinières d'Allemagne (tableau 2) et les a comparées avec celles obtenues pour 15 sols provenant de trois très bonnes exploitations spécialisées en pépinière (tableau 4).

TABLEAU 3 Moyenne de 1 000 sols de pépinières d'Allemagne fédérale (5)

| Profondeur de prélèvement | pH($H_2O$) | Teneurs en éléments assimilables p. 1 000 de terre (MS) | |
|---|---|---|---|
| | | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| Sol 0-20 cm | 6,8 | 0,26 | 0,36 |
| Sous-sol 20-40 cm | 6,7 | 0,04 | 0,10 |

TABLEAU 4 Moyenne de 15 sols provenant de trois pépinières à très bons résultats culturaux (5)

| Profondeur de prélèvement | pH($H_2O$) | Teneurs en éléments assimilables p. 1 000 de terre (MS) | |
|---|---|---|---|
| | | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| Sol 0-20 cm | 6,7 | 0,38 | 0,60 |
| Sous-sol 20-40 cm | 6,6 | 0,21 | 0,23 |

De la comparaison des tableaux 3 et 4, il ressort que les différences dans les résultats culturaux ne proviennent pas du pH du sol qui est pratiquement le même mais bien du niveau nutritif non seulement du sol mais encore du sous-sol. Si la différence entre le taux de $P_2O_5$ des bons sols de pépinière et celui trouvé en moyenne est relativement faible pour le sol, elle devient énorme dans le sous-sol. Cette différence est moins prononcée pour $K_2O$, ce qui est normal car la mobilité au sein du sol de $K_2O$ est nettement plus élevée que celle de $P_2O_5$.

De ces chiffres et de ceux obtenus par notre laboratoire, on peut tirer deux conséquences importantes pour la fumure de fond:

a) L'analyse des sols de pépinière doit comporter non seulement la couche arable mais encore le sous-sol;

b) de même, la fumure de fond doit permettre l'enrichissement du sol sur au moins 40 cm, sinon plus. Selon le cas, on aura recours à l'épandage des engrais avant le défoncement ou au sous-solage fertilisant; dans ce dernier cas, il faut faire appel à des engrais totalement solubles sinon l'engrais reste trop localisé avec comme corollaire une efficacité réduite (ne pas utiliser des scories ou des phosphates naturels).

Il faut à présent définir les taux souhaitables en $P_2O_5$ et en $K_2O$ et il faut alors distinguer les pépinières fruitières et ornementales des pépinières forestières. En effet, les espèces prédominantes dans les pépinières forestières sont des résineux qui sont théoriquement peu exigeants et très sensibles à des pressions osmotiques élevées des solutions du sol; aussi le niveau limite au-dessous duquel la fumure de fond s'impose est-il plus bas que dans le cas des pépinières fruitières et ornementales.

D'après HOFFMANN (6), en pépinière forestière, la fumure de fond s'impose si la teneur en $P_2O_5$ assimilable est inférieure à 0,12 $P_2O_5$ 0/00 et si celle en $K_2O$ échangeable est inférieure à 0,14 $K_2O$ 0/00.

D'après LINDEMANN (5), il semble que les limites au-dessus desquelles une fumure de redressement soit inutile est de 0,35 $P_2O_5$ assimilable et 0,40 $K_2O$ échangeable 0/00 pour le sol et 0,2 $P_2O_5$ assimilable et 0,2 $K_2$ échangeable 0/00 pour le sous-sol.

Comme les analyses de sols ne peuvent être sérieusement faites que par un laboratoire spécialisé, c'est ce dernier qui calculera, pour cette fumure de redressement, la dose ainsi que le type d'engrais adéquats à apporter compte tenu de divers facteurs évoqués par ailleurs (1). Cette fumure de fond s'effectue en général en hiver.

Le sol ayant été porté à un niveau tel que la fumure que l'on apportera par la suite reste disponible pour la plante, il nous faut à présent déterminer la fumure en cours de culture que l'on appelle fumure d'entretien.

## 2 La fumure d'entretien

On cherche, par des apports adéquats d'engrais, à mettre à la disposition des végétaux cultivés les éléments nécessaires à une croissance et à un développement optimum.

Une première question se pose: quels sont les besoins de notre culture ?

Un des seuls critères que nous avons pour répondre à cette question est la détermination des exportations d'éléments nutritifs obtenus par l'analyse du végétal cultivé.

### A- Exportations d'éléments nutritifs en pépinière

TABLEAU 5 Exportation d'un hectare de pépinières fruitières ( 50 000 sujets (1)

| | En kg par ha pour 2 ans | | | | | En g/ha |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | CaO | MgO | Bore (B) |
| Pommiers Golden | 75-92 | 21-38 | 40-61 | 71-106 | 17-25 | 100-300 |
| Poiriers/Cognassier | 37-65 | 14-25 | 34-40 | 67-87 | 13-17 | 50-100 |
| Pêchers Dixired | 105-226 | 23-57 | 64-110 | 81-231 | 23-41 | 150-350 |
| Burlat/Mahaleb | 170 | 62 | 65 | 248 | 33 | - |

Comme le souligne Mme HUGUET (7), les écarts proviennent soit de l'influence du porte-greffe dans le cas du cultivar Golden Delicious pour le pommier et dans le cas du cultivar Dixired pour le pêcher, soit du cultivar dans le cas du poirier sur cognassier. Il ressort que les espèces à noyaux sont plus exigeantes que les espèces à pépins, ce qui se retrouve au stade adulte.

Concernant les essences forestières, BECKER-DILLINGEN (8) donne des chiffres dans le tableau 6 que nous trouverons à la page suivante.

Ces chiffres nous montrent que les feuillus ont des besoins nettement plus élevés que les résineux.

Si l'on compare les exportations en pépinière fruitière et celles en pépinière forestière en prenant les valeurs pour des scions de 2 ans dans le premier cas et celles additionnées de 3$^{e}$ et 4$^{e}$ années dans le second cas (âge physiologique voisin), on constate que les pépinières forestières sont finalement plus gourmandes que les pépinières fruitières. En réalité, cela s'explique par la densité de peuplement, dix fois plus grande en pépinière forestière.

Il semble donc pour le moins bizarre que les niveaux nutritifs recommandés, comme nous l'avons vu, pour la fumure de fond des pépinières forestières soient notablement plus faibles que ceux préconisés pour les pépinières fruitières et ornementales.

TABLEAU 6 Exportation d'un hectare de pépinière forestière (8)

| Essence et âge | Nombre de plants en milliers par ha | En kg par ha et par an | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N | P O | K O | CaO | MgO |
| 1 année (semis): | | | | | | |
| Epicéa (Picea excelsea) | 8 250 | 28 | 10 | 13 | 19 | 3 |
| Pin (Pinus silvestris) | 7 150 | 96 | 27 | 39 | 27 | 8 |
| Sapin (Abies alba) | 8 800 | 27 | 10 | 13 | 18 | 2 |
| Hêtre (Fagus sylvatica) | 2 750 | 54 | 22 | 34 | 86 | 12 |
| Chêne rouvre (Quercus robur) | 2 200 | 39 | 18 | 6 | 110 | 16 |
| Chêne rouge (Quercus rubra) | 2 200 | 33 | 27 | 11 | 126 | 17 |
| Frêne (Fraxinus excelsior) | 2 750 | 171 | 55 | 185 | 197 | 19 |
| 2 année (semis): | | | | | | |
| Epicéa | 7 150 | 99 | 31 | 56 | 88 | 9 |
| Pin (repiqué) | 1 495 | 46 | 12 | 20 | 16 | 5 |
| Sapin | 8 250 | 77 | 33 | 46 | 64 | 8 |
| Hêtre | 1 210 | 108 | 38 | 60 | 156 | 23 |
| Chêne rouvre | 825 | 102 | 27 | 63 | 100 | 22 |
| Chêne rouge | 825 | 121 | 42 | 100 | 157 | 28 |
| Frêne | 825 | 255 | 108 | 319 | 331 | 70 |
| 3 année (après repiquage): | | | | | | |
| Epicéa | 810 | 89 | 27 | 37 | 105 | 11 |
| Sapin | 1 620 | 52 | 18 | 31 | 38 | 6 |
| Hêtre | 700 | 63 | 21 | 26 | 100 | 13 |
| Chêne rouvre | 700 | 96 | 33 | 75 | 186 | 25 |
| Chêne rouge | 700 | 302 | 84 | 180 | 395 | 48 |
| Frêne | 700 | 228 | 68 | 218 | 265 | 46 |
| 4 année (après repiquage): | | | | | | |
| Epicéa | 1 765 | 85 | 34 | 52 | 81 | 12 |
| Sapin | 1 530 | 139 | 56 | 92 | 158 | 19 |
| Hêtre | 450 | 232 | 99 | 128 | 331 | 51 |
| Chêne rouvre | 500 | 237 | 83 | 148 | 286 | 48 |

Si l'argument selon lequel la densité racinaire plus élevée due à un peuplement plus poussé explique une meilleure extraction des éléments nutritifs du sol, il ne donne pas de réponse quant à ce niveau nutritif relativement bas. La cause pourrait être recherchée dans la hantise des forestiers à l'égard de la salinité excessive de la solution du sol. Cette hantise devrait d'autant moins exister que les sols de pépinières forestières sont généralement riches en matières organiques qui, comme nous le savons de l'expérience des serres, a un effet antitoxique concernant tant la salinité que des pH trop acides. Vraisemblablement la raison profonde de ces niveaux très bas est d'une part, d'ordre économique: on cherche à réduire les investissements, d'autre part, d'ordre physiologique: beaucoup de forestiers et d'autres pépiniéristes croient qu'un plant trop poussé s'adapte mal au milieu de transplantation.

Jusqu'à ces dernières années, on manquait totalement de données sur les exportations des plantes ornementales ligneuses. LEMAIRE (9) de la Station d'Agronomie d'Angers a eu le mérite de commencer à combler cette lacune.

TABLEAU 7 Exportation d'un hectare de jeunes plants de 1 an de culture (9)

| Essence | Rt T/ha M.S. | Nombre plants/ ha | Hauteur en cm | en kg/ha/an | | | | | Équilibre | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | N | P 0 | K 0 | CaO | MgO | N | P 0 | K 0 | CaO | MgO |
| FORSYTHIA (Oléacées) | 18,87 | 320 000 | 100,2 | 216,95 | 72,82 | 255,74 | 150,33 | 58,56 | 3 | 1 | 3,5 | 1,5 | 0,8 |
| PRUNUS LAUROCERASUS (Rosacées) | 12,04 | 600 000 | 36,1 | 221,54 | 56,88 | 164,59 | 242,92 | 47,80 | 4 | 1 | 3 | 4,2 | 0,8 |
| BERBERIS (Berbéridacées) | 10,33 | 320 000 | 46,8 | 154,97 | 39,61 | 81,00 | 80,89 | 19,63 | 4 | 1 | 2 | 2 | 0,5 |
| COTONEASTER (Rosacées) | 18,84 | 600 000 | 83,9 | 145,56 | 59,35 | 132,62 | 211,76 | 44,52 | 2,5 | 1 | 2,2 | 3,5 | 0,7 |
| ACER PLATANOIDES (Acéracées) | 20,24 | 500 000 | 70,5 | 251,85 | 79,11 | 120,00 | 253,20 | 34,80 | 3,2 | 1 | 1,5 | 3,2 | 0,4 |
| CHAMAECYPARIS (Cupressacées) | 2,82 | 600 000 | 22,5 | 28,50 | 6,8 | 17,20 | 52,75 | 6,67 | 4,2 | 1 | 2,5 | 7,8 | 1 |
| THUSA (Cupressacées) | 6,03 | 500 000 | 51,2 | 83,50 | 18,66 | 52,7 | 82,20 | 13,52 | 4,5 | 1 | 2,8 | 4,4 | 0,7 |
| JUNIPERUS (Cupressacées) | 3,01 | 600 000 | 29,4 | 44,46 | 16,07 | 33,69 | 32,3 | 6,77 | 2,8 | 1 | 2 | 2 | 0,4 |

Du tableau 7, il ressort la grande variabilité

1) de synthèse de matière sèche en un an qui va de plus de 20 T/ha pour l'Acer platanoïdes à moins de 3 T/ha pour le Chamaecyparis;

2) des besoins nutritifs ($N + P_2O_5 + K_2O$) qui vont de 450 kg/ha pour l'Acer à un peu plus de 50 kg/ha pour le Chamaecyparis.

L'équilibre moyen des exportations est 3 - 1 - 2,5 montrant bien les besoins élevés en azote alors que le pépiniériste a tendance à être avare concernant la fumure azotée.

Enfin, les exportations des feuillus sont égales, sinon supérieures à celles d'une plante sarclée agricole.

B- La fumure phospho-potassique d'entretien

La mobilité étant très faible pour $P_2O_5$ et faible pour $K_2O$, on peut concevoir un apport simultané en hiver sans risque de pertes.

Si les boutures, les marcottes, les jeunes plants racinés restent en place deux ans, on apporte la fumure d'entretien P-K avant plantation, soit une centaine d'unités de $P_2O_5$ et 150 unités de $K_2O$/ha/2 ans, quantités dont la fumure de fond sera majorée pour éviter un épandage supplémentaire. Il en ira de même pour les semis.

Si les sujets restent plus de deux ans en place, on apportera annuellement 50 kg de $P_2O_5$ et 150 kg de $K_2O$/ha au cours de l'hiver ou en sol très léger en fin d'hiver.

C- La fumure azotée d'entretien (10)

Cette fumure est plus complexe que la précédente car l'azote minéral,

s'il n'est pas absorbé, risque d'être perdu en profondeur dans les eaux de drainage. D'autre part, si l'on peut constituer un stock d'azote dans le sol en faisant appel à l'azote organique, il n'y a pas forcément synchronisme entre le besoin en azote de la culture et la minéralisation de l'azote organique. Au contraire, si l'on examine le rythme d'absorption de l'azote par nos plantes de pépinières et la minéralisation de l'azote organique, on constate que celle-ci démarre souvent trop tard au début de l'année et se prolonge trop à l'automne engendrant une suralimentation azotée tardive avec comme conséquence un mauvais aoûtement, d'où une faible résistance aux gelées.

En faveur de l'azote organique, il faut reconnaître que l'on a moins de risques de salinité qu'avec l'azote minéral mais on peut rétorquer qu'avec des épandages fractionnés à des doses moyennes et correctement situés dans le temps, c'est encore avec l'azote minéral que l'on obtient les rendements les plus sûrs.

La fumure azotée n'est donc plus basée sur le sol mais bien sur les besoins du végétal et c'est elle qui est décisive concernant les résultats culturaux.

Quant aux doses à apporter, on peut utiliser deux méthodes.
- Première méthode de détermination de la dose d'azote a apporter

On tient compte des exportations et des pertes supposées par drainage. On déduit de cette somme la quantité d'azote minéralisé calculée à partir du taux de matière organique et de son coefficient annuel de destruction (valeur $K_2$ d'Hénin et Dupuis). Ensuite, on tient compte du coefficient d'utilisation de l'engrais. Ainsi, selon l'engrais azoté utilisé, on a pu déterminer que lors d'apport de 100 kg d'azote par exemple, seulement 60 à 70kg d'azote étaient réellement absorbés par la culture. Il faut donc majorer en conséquence la dose d'engrais.

Comme on le voit, dans ce calcul, des chiffres interviennent dont certains, sinon tous, constituent plutôt des ordres de grandeurs qu'une réalité. Selon que les erreurs se font toutes dans un sens (majoration) ou dans le sens opposé (sous-estimation), le chiffre final peut varier du simple au triple, c'est-à-dire qu'on peut aboutir tant à la pléthore qu'à la carence.

Cela ne veut pas dire que l'empirisme donne d'aussi bons résultats. Dans une telle estimation, il faut seulement avoir à l'esprit que le chiffre obtenu n'a qu'une valeur contingente certes, mais généralement plus proche de la vérité que celui résultant de l'empirisme pur.

Ainsi, BONNEAU (11) estime:
1° les exportations de l'épicéa commun en planche de semis à 0,50 kg/are la première année; 0,74 kg N/are la deuxième année;

2° les pertes par drainage à 0,20 kg N pour les deux ans. Cela fait donc 0,60 kg N/are, la première année et 0,84 kg N/are, la deuxième année.

Compte tenu de la minéralisation de l'N organique et du coefficient d'utilisation des engrais N, il recommande finalement l'apport de 0,70 kg N/are la première année (deux dates d'épandage: mai et juin).

- Deuxième méthode de détermination de la dose d'azote à apporter

Devant l'incertitude d'un calcul raisonné résultant du grand nombre de facteurs en jeu, on passe à la méthode expérimentale, c'est-à-dire que l'on applique des doses croissantes d'azote et l'on observe le résultat cultural. Il s'agit évidemment d'une méthode très longue nécessitant parfois plusieurs décennies.

C'est ce qu'a fait DRAHT (12) concernant les pépinières du Holstein

(Allemagne) implantées en majorité sur des sols humifères sableux.

Si l'on a ainsi une idée des besoins en N de nos diverses espèces, il faut encore savoir à quel moment on doit faire les épandages d'azote pour qu'ils soient efficaces. Il faut donc connaître d'une part le rythme d'absorption, c'est-à-dire la période active de nos sujets et d'autre part la vitesse de migration de l'N épandu afin qu'il arrive dans la zone racinaire au moment où l'absorption est active.

Selon LIXANDRU (13), pour des cerisiers en première année de pépinière, la quantité totale d'N absorbé est maximale en septembre. Jusqu'à la fin de mai, l'absorption est des plus réduites, au début de juin l'absorption démarre fortement. Le cerisier absorbe en juin 8 fois plus d'N qu'au cours des mois d'avril et de mai. Cette intense absorption se poursuit en juillet mais dès le mois d'août l'absorption décroît fortement pour s'arrêter au début de septembre.

Selon GAGNAIRE (14), le début de l'absorption racinaire se situe vers la fin de février pour le peuplier noir et un peu plus tôt pour le thuya. L'arrêt de l'absorption racinaire se produit à la fin de novembre pour le peuplier et à la fin de septembre ou au début d'octobre pour le thuya. Nous voyons ainsi qu'il peut y avoir un décalage de près de deux mois entre deux espèces différentes. Cependant, en général, on arrête les épandages d'N à la fin de juillet ou au début d'août, pour freiner le développement végétatif et favoriser l'aoûtement afin d'obtenir des plants résistants au froid.

Dans le cas du cerisier, il faudrait donc apporter l'azote de façon à ce que les racines puissent l'absorber à partir de la fin de mai.
Pour calculer la date d'épandage, il faut connaître:
1° la profondeur de la zone de densité racinaire maximale,
2° la texture,
3° la pluviométrie.

En effet, c'est la quantité d'eau infiltrée qui décide de la descente des nitrates et la capacité de rétention en eau dépend de la texture du sol. Ainsi TROCME et GRAS (15) donnent la formule suivante:

$p = \frac{100\ i}{cd}$ ; p = déplacement des nitrates en mm,
i = hauteur d'eau infiltrée en mm,
c = capacité au champ en g d'eau pour 100 g de terre sèche,
d = densité de la terre en place supposée sèche.

## II LA FERTILISATION EN CULTURE EN CONTENEURS

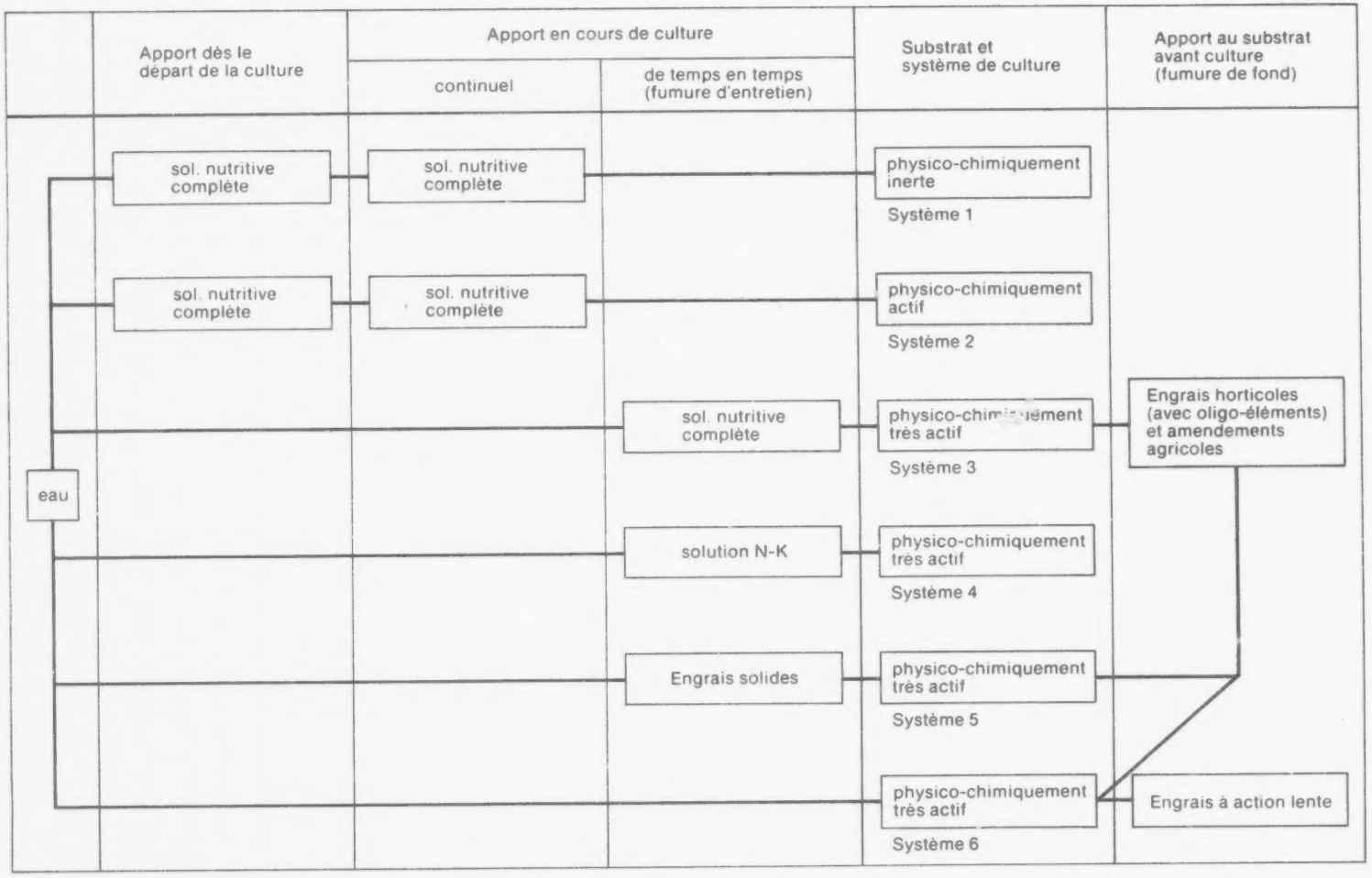
A partir du moment où l'on met à la disposition du système racinaire du végétal un volume limité d'un matériau qui n'est généralement plus le sol à cause de ses insuffisances ou de son déséquilibre, l'apport d'eau par les précipitations même en climat humide (zone d'interception trop réduite) ou le stockage d'eau même par des substrats à haute capacité de rétention deviennent insuffisants pour assurer une croissance et un développement satisfaisants de la plante même pour un minimum de 6 mois.

L'apport d'eau est donc obligatoire et cela dans tous les systèmes que nous examinerons.

Les matériaux spéciaux utilisés comme substrat ne sont pas en eux-mêmes suffisamment riches en éléments nutritifs pour subvenir pendant toute la période de culture aux besoins des végétaux cultivés d'où l'utilisation de diverses techniques qui constituent l'originalité de chaque système.

Examinons ces divers systèmes (tableau 8).

TABLEAU 8 **Les diverses conceptions d'une culture en conteneurs ou en pots.**



Système 1

On prend comme substrat une substance inerte du point de vue physico-chimique, c'est-à-dire un matériau pratiquement immuable, qui n'absorbe rien, ne cède rien, mais joue uniquement le rôle de support de la plante et de son ancrage. On peut citer les graviers et les sables quartzeux, la pouzzolane, la brique pilée bien qu'elle absorbe un peu d'acide phosphorique, la perlite bien qu'elle cède un peu de sodium.

Il est évident que dans ce cas, l'apport régulier d'une solution nutritive complète s'impose depuis le début jusqu'à la fin de la culture et même au-delà, et c'est là que le système 1 est inutilisable dans la pratique, car entre le moment d'enlèvement des conteneurs sur la parcelle de culture et celui de leur plantation chez le client, il peut s'écouler 8 à 15 jours sinon plus (délais dans la salle de vente plus délais de plantation après achat), période où il faudra obligatoirement apporter à intervalles réguliers des solutions nutritives complètes. Ceci constitue un tel handicap que ce système n'est utilisé que pour certains travaux de recherche.

Système 2

Pour éviter ces ennuis, on utilise un substrat physico-chimiquement actif qui retient l'eau et les éléments nutritifs apportés par la solution nutritive permettant au végétal de subvenir à ses besoins pendant un certain laps de temps et cela sans apport de solution nutritive.

Le système 2 est représenté par la technique mise au point par M. COIC et Mme LESAINT (17). Le substrat est constitué par une partie inerte en l'occurrence la pouzzolane et une partie active, la tourbe. Le rôle du squelette minéral constitué par la pouzzolane qui est stable dans le temps, donc sans altération structurale, est d'assurer sur plusieurs années une vitesse de filtration permettant l'écoulement de l'excès de solution nutritive ou l'excès d'eau provenant des précipitations. On

maintient ainsi une phase gazeuse importante indispensable à la respiration racinaire.

La partie organique en l'occurrence la tourbe permet de maintenir une phase liquide enrichie nécessaire à l'alimentation hydrique et minérale de la plante. En outre, elle permet d'utiliser le système du goutte à goutte pour l'apport de solution nutritive. En effet avec des matériaux d'humus, on a un cône ou un bulbe imbibé de solution nutritive bien plus grand qu'avec un matériau physico-chimiquement inerte, le volume exploitable avec profit par les racines est donc nettement plus grand avec comme conséquence une croissance meilleure (voir figure 1, page suivante).

Si COIC utilise un mélange de pouzzolane et de tourbe de 1-1 en volume, on peut remplacer la pouzzolane par des graviers ou des cailloux non calcaires, la granulométrie étant souvent fonction de la grosseur des plants. La tourbe généralement utilisée est de la tourbe blonde car d'une part elle n'apporte pratiquement pas d'éléments nutritifs souvent préjudiciables (calcaire dans les tourbes alcalines), en faussant l'équilibre nutritif; d'autre part ces tourbes blondes ont des propriétés physiques remarquables en ce sens qu'elles n'évoluent et ne se décomposent que lentement, elles ont donc une bonne stabilité structurale. En outre, la tourbe blonde a, comme l'a montré REDLICH et alter (REDLICH G.C. et VERDURE), le comportement physique des tourbes et terreaux en cours de culture (P H M octobre 1975), une contraction lors de la dessiccation mais qui est irréversible lors des réhumectations, contrairement aux tourbes brunes ou noires. Encore que ce caractère d'irréversibilité pour ces dernières puisse être atténué ou même éliminé par l'adjonction d'argile, ce qui favorise la vitesse d'humectat on même des tourbes blondes. On peut parfaitement concevoir un substrat adapté à la technique Coïc constitué par des matériaux autres que la pouzzolane (50 %) et la tourbe blonde (50 % en volume).

Figure 1 **Les zones humectées par un arrosage au goutte à goutte en milieu physico-chimiquement inactif (a) et en milieu physico-chimiquement actif (b).**

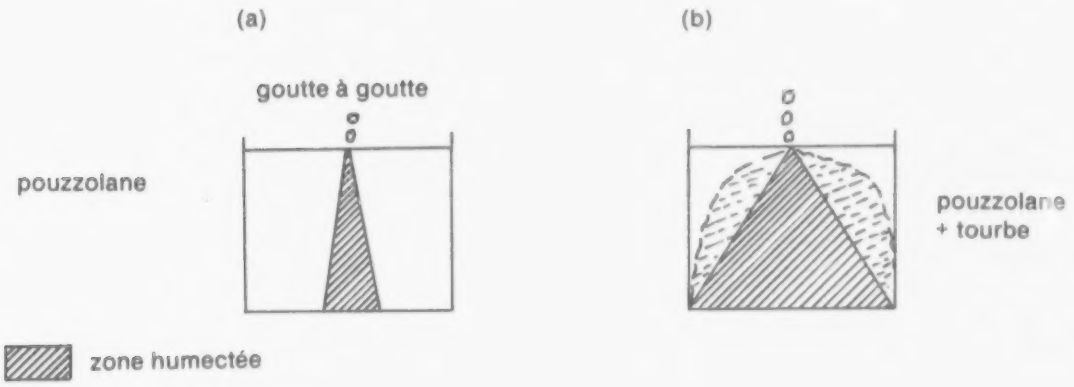
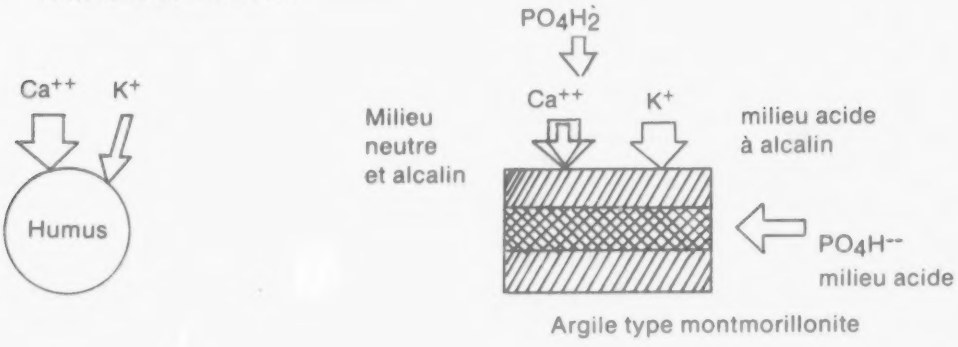



Figure 2 **Intensité des liaisons des différents ions nutritifs.**

L'épaisseur de la flèche indique
l'intensité de la liaison.



Ainsi par exemple les mélanges suivants:

- tourbe brune 50 % : argile 10 %; polyuréthane 40 % (volume);
- tourbe brune 40 % : terre franche des horticulteurs 20-25 %; polyuréthane (limon des plateaux) 35-40 % (volume).

Dans un tel mélange le polyuréthane expansé (matériau en plastique à pores ouverts et à structure stable) joue le rôle de squelette toujours filtrant et élastique sur lequel se greffent les matériax physico-chimiquement actifs comme la tourbe brune dont les défauts physiques sont corrigés par la matière plastique expansée et aussi l'argile qui permet une réhumectation plus rapide, tout en retenant plus énergiquement certains éléments nutritifs essentiels, comme la potasse et l'acide phosphorique, ce qui permet en particulier une meilleure survie en attendant la vente ou la plantation (voir figure 2, page précédente.)

Avec les matières plastiques expansés les substrats deviennent plus légers et cela a des conséquences pratiques et c'est pourquoi les densités du substrat sont des données physiques intéressantes. Si la densité du substrat normalement humide est faible cela présente un avantage du point de vue de la manipulation et du transport mais la stabilité des conteneurs, en particulier au vent, en souffre. On en est ainsi arrivé à un système d'une autre conception: le système 3.

Système 3

En partant d'un substrat physico-chimiquement très actif où le rôle du squelette minéral est réduit sinon inexistant, on peut dès le départ enrichir le substrat en engrais et en amendement du type Ca.

Concernant les amendements utilisés, il s'agit dans le cas qui nous préoccupe, d'amendements calciques ou calco-magnésiens, et ceci quant au pH du milieu. Si dans le système 1, le substrat sans pouvoir tampon prend imédiatement le pH de la solution nutritive, il en est de même dans

le système 2 à peu de différence près, après un certain laps de temps. Par contre dans le système 3 le pH des tourbes utilisées est trop bas et généralement on apporte une certaine quantité de calcaire broyé, ou mieux de dolomie, qui apporte en même temps que le calcium du magnésium tout en remontant le pH.

Dans le système 3 on apporte en même temps que les amendements sus-nommés dès la préparation du substrat des engrais horticoles avec oligo-éléments ou parfois des engrais strictement agricoles comme des scories Thomas (apport d'oligo-éléments) un ammo-nitrate, du sulfate de potasse. Ensuite, en cours de culture, on apporte de l'eau en fonction des besoins de la culture et, un certain temps après la mise en culture, on apporte une solution nutritive complète en fonction de l'estimation des besoins nutritifs des végétaux.

Dans ce système 3, la nature du substrat décide 1) de la quantité des engrais à apporter au départ 2) de la concentration de la solution nutritive à apporter en cours de culture de temps à autre.

1er point:
Moins le substrat est physico-chimiquement actif, plus la fumure de fond, car c'est bien de cela qu'il s'agit, doit être faible. Le meilleur critère est la détermination de la capacité d'échange de base désignée par les agronomes par le symbole T et exprimée en meq. (m. al. g milli valence gramme) pour 100 g, alors qu'en culture avec substrat de volume limité, on devrait toujours l'exprimer, ainsi que les autres résultats d'analyses par rapport à 100 $cm^3$ ou à 1 litre de substrat.

2e point:
Moins le substrat est physico-chimiquement actif, plus la fumure d'entretien en l'occurrence la concentration de solution nutritive complète doit être faible.

Ce système 3 correspond à la technique préconisée par PENNINGSFELD (18)

qui prend comme substrat uniquement de la tourbe, pas forcément de la tourbe blonde, mais aussi de la tourbe brune. L'intérêt d'avoir uniquement de la tourbe comme substrat permet d'avoir une grande capacité de stockage d'eau et d'éléments nutritifs étant donné la grande capacité de rétention en eau et le T élevé des tourbes.

Certains pépiniéristes français utilisent également ce système 3, mais en prenant comme substrat par exemple le mélange de 60 % de tourbe, 30 % de terre franche et 10 % de sable, au mieux. Ils considèrent que ces mélanges, enrichis par ailleurs, sont plus aptes à permettre la survie des plantes, entre le départ de la pépinière et la plantation, que les mélanges plus filtrants utilisés dans le sytème 2.

Système 4

Ce système diffère du précédent par le seul fait qu'au lieu d'utiliser une solution nutritive complète au cours de culture on n'apporte que l'azote et la potasse.

En effet, il est relativement facile de stocker dans le substrat l'acide phosphorique, la magnésie, les oligo-éléments; par contre il est difficile, sinon impossible de stocker l'azote et la potasse sous la forme usuelle de nos engrais classiques qui sont des engrais ioniques agissant sur la pression osmotique de la solution du "sol" (substrat). Si dès le départ, on voulait stocker N et K, on obtiendrait une telle salinité que le végétal en mourrait. En outre, l'N nitrique n'est pas fixé sur les constituants même physico-chimiquement actifs du substrat et, comme nous l'avons vu, la liaison K - humus est assez labile, c'est-à-dire que lors de pluies abondantes, l'N et la potasse sont perdus par lessivage.

Donc, au lieu de faire des mixtures savantes dont il faut respecter scrupuleusement la fabrication, car dès que l'on fait intervenir de l'acide phosphorique, du magnésium et des ions ammonium on a des risques de précipitation, il suffit dans le système 4 de manipuler du nitrate

d'ammoniac et du nitrate de potasse par exemple.

Système 5

Dans ce système à substrat physico-chimiquement très actif comme en 4 et en 3, on apporte en cours de culture des engrais solides soit complets, soit en mélanges N-K. Ce système est utilisé en particulier dans certaines pépinières danoises où l'on apporte à l'aide d'un instrument un peu spécial, instrument que l'on pourrait appeler dosimètre, une certaine quantité d'engrais solide. Il en a d'ailleurs été question dans la revue de la F.N.P.H.

Système 6

Dans ce système où l'on utilise des substrats comparables à ceux des systèmes 3, 4, et 5, on rassemble les éléments nutritifs au départ. La difficulté signalée précédemment de stocker l'azote est plus ou moins évitée par l'utilisation d'engrais organiques azotés de synthèse. En somme, on a cherché à remplacer les engrais organiques azotés naturels (comme la corne broyée par exemple, les touraillons d'orge, de sang, etc.), car leur composition et leur mode d'action sont très variables. Ces engrais azotés organiques étaient très utilisés autrefois dans les mélanges terreux horticoles.

Ces engrais organiques azotés de synthèse ou naturels sont caractérisés par le fait qu'une très faible fraction est soluble dans l'eau, donc ils n'interviennent guère du point de vue de la salinité du substrat et l'on ne risque pas d'avoir des pertes importantes par lessivage. Ces engrais subissent au cours du temps deux processus, l'un strictement physico-chimique: l'hydrolyse, l'autre biologique attaque enzymatique microbiene, qu aboutissent à une libération échelonnée dans le temps d'azote minéral absorbable par la plante.

Dans les produits de synthèse, on a 3 types de condensats:

urée - formol ⟹ polyméthylène urée ex Nitroform;

urée - aldéhyde crotonique ⟹ crotonylidène diurée ex Floranid;

urée - aldéhyde butyrique ⟹ isobutylidène diurée ex IBDU, ISODUR.

Leur comportement est très variable, selon le type mais également selon la nature du substrat en particulier en fonction du pH. En effet, en milieu acide, les phénomènes d'hydrolyse sont plus actifs. Donc la minéralisation est généralement plus rapide.

Si certains types n'ont une action que sur 6 mois, donc trop courte, d'autres parfois ont une action tellement lente que l'on peut se demander si l'on récupérera un jour l'ensemble de l'azote apporté.

Le problème de l'alimentation potassique prolongée peut être résolu par l'utilisation d'engrais potassique à très faible solubilité comme le métaphosphate de potasse existant aux U.S.A., comme les frittes (verres) potassiques. Là encore divers facteurs interviennent dans la vitesse de solubilisation, aussi en milieu acide l'action de ces engrais est plus rapide qu'en milieu neutre ou alcalin.

On a cherché à résoudre ce problème de longue efficacité sans excès au départ en créant des engrais enrobés, soit de plastique comme l'osmocote, soit de soufre, soit de bitume, etc. L'enrobage plastique entraîne des phénomènes de diffusion de l'engrais à travers la pellicule plastique, et en agissant sur l'épaisseur et la perméabilité de celle-ci on aboutit à des engrais dont l'action dans le temps est plus ou moins rapide. Ainsi certains types d'osmocote ont une action de 3 à 4 mois, d'autres jusqu'à 12 à 14 mois. Lors d'enrobage avec du soufre ou du bitume la libération de l'engrais dépend de la vitesse d'attaque microbienne de l'enrobant.

CONCLUSIONS

Si nous raisonnons comme des agronomes ou des pépiniéristes "de pleine terre" qui distinguent la fumure de fond de la fumure d'entretien, nous voyons que dans les diverses conceptions de la culture en conteneurs, il y a même des techniques se situant en dehors de l'agronomie normale: les systèmes 1 et 2 où au départ le substrat ne contient rien du point de vue alimentaire et on lui apporte tout.

Dans le système 3, 4 et 5, on distingue une fumure de fond donc l'enrichissement du substrat d'une fumure d'entretien par l'apport en cours de culture d'éléments fertilisants.

Enfin dans le système 6 qui nous paraît "idéal" (l'idéal, ont dit certains, c'est de l'utopie, je le crois également), seule la fumure de fond intervient et l'on peut espérer que cet idéal se rapprochera d'autant plus que de nouveaux engrais retard apparaîtront sur le marché, permettant effectivement d'assurer une nutrition favorable à la plante pendant un laps de temps suffisamment long pour que les praticiens n'aient plus qu'à apporter l'eau, ce qui simplifierait leurs tâches. C'est ce que nous leur souhaitons et c'est ce que nous recherchons également.

III CONCLUSIONS GENERALES

La fertilisation classique ne représente qu'un petit poste dans les dépenses en pépinière, de l'ordre de 3 à 4 % des dépenses totales, et, cependant, il semble qu'elle pourrait être plus développée. Comme nous l'avons vu, il semblerait nécessaire de revoir les niveaux nutritifs concernant les pépinières forestières.

Enfin, s'il existe encore des points obscurs quant à la nutrition des plantes de pépinières, ceux-ci sont légion dans la culture en conteneurs. On peut espérer que les recherches en cours réduiront les incertitudes responsables des aléas culturaux.

*Bibliographie*


1 ANSTETT, A. (1967). Sur l'utilisation - journées d'étude sur la fumure des pépinières FNPHP, Paris, 23 février.

2 ANSTETT, A. et J. BATS (1970). La fatigue des sols vue sous l'angle agrologique-journées d'étude sur la fatigue des sols en pépinière, FNPHP, Paris, 26 février.

3 KRUSSMANN (1954). Die Baumschule, Edit. Paul Parey, Berlin.

4 Faustgahlen für den gartenbau, Ruhr Stickstoff, Bochum (1963).

5 LINDEMANN, A. et LUDWIG, A. (1957) Richtige Düngung eturch Bodenuntermchung, Paul Parey, Berlin, Hamburg.

6 HOFFMANN, F. (1963). Zeit. L. landev, Versuchs-u Untersuchungswesen, 9, 445-456.

7 HUGUET, C. (1967). Problèmes de sol et nutrition des arbres fruitiers en pépinière-journées d'étude sur la fumure des pépinières FNPHP, Paris, 23 février.

8 BECKER-DILLINGEN, J. (1939) Die Ernährung des Walves, Verlag Gesellschaft für Ackerbau Berlin.

9 LEMAIRE, F. (1979). Station d'agronomie, INRA Angers, communication personnelle.

10 ANSTETT, A. (1971). La fertilisation en pépinière, PHM, n°115.

11 BONNEAU, M. (1967). Choix du sol et fumure organique et minérale pour les pépinières forestières-journées d'étude sur la fumure des pépinières, FNPHP, Paris, 23 février.

12 DRAHI, H. (1968). Die stichstoffanspuīche der gehölze deutsche Baumschule n° 7, pp. 188-196.

13 LIXANDRU (1964). Cité in (7).

14 GAGNAIRE, J. (1967). CR Acad. des sciences D, 265, p. 1387-1390, Paris.

15 TROCHE, S. et GRAS, R. (1964). Sol et fertilisation en arboriculture fruitière, Perrin, Paris.

16 ANSTETT, A. (1976). Propriétés physiques et chimiques des substrats utilisés pour les cultures en conteneurs - journées d'étude sur les cultures en conteneurs FNPHP, 8 janvier, Paris.

17 COIC, V. et LESAINT, C. (1975). La nutrition minérale et en eau des plantes en horticulture avancée, S.C.P.A. Mulhouse.

18 PENNINGSFELD, F. (1960). Die Ernährung in Blumen und Zierpflanzenbau, Paul Parey, Hamburg, Berlin.

## Annexe 1: Adresses

A. Anstett
École Nationale Supérieure
d'Horticulture
4, rue Hardy
7800 - Versailles
France

Henri Bernard
Jardin botanique de Montréal
4101, rue Sherbrooke est
Montréal
H1X 2B2

François Bernatchez (président)
Paysage Québec
Jardin Van den Hende
Sainte-Foy, Québec
G1K 7P4

Pierre Dansereau
C.P. 8888
Succursale A
Montréal
H3C 3P8

Francis R. Gouin
University of Maryland
College of Agriculture
College Park, Maryland 20742
U.S.A.

Victor Krauss
Krauss Nurseries Ltd.
Carlisle Ontario
L0R 1H0

Roy Lancaster
2 Poets Way
Greenhill
Winchester
Hampshire
England

Jean Landry
Jardin botanique de Montréal
4101, rue Sherbrooke est
Montréal
H1X 2B2

Marc Laurin (président)
Hôtel de ville de Québec
2, rue Desjardins, Québec
G1R 4S9

J. Dan MacArthur
University McGill
Collège Macdonald
Sainte-Anne-de-Bellevue
H9X 1C0

John Massot
Massot Nurseries Ltd.
16060 Westminster Highway
Richmond, B.C.
V6V 1A8

Frank S. Santamour
U.S. National Arboretum
U.S.D.A.
Agr. Res. Service
Washington
DC 20002
U.S.A.

Ralph M. Veverka
Division of Shade Trees
4804 W. 58th Street
Cleveland 44144
U.S.A.

## Liste des publications
## de la série Colloques scientifiques

N° 1 Floriculture
N° 2 Foresterie
N° 3 Cactacées et plantes grasses - Parution en juin 1981
N° 4 Pelouses - Parution en juin 1981
N° 5 Annuelles - Parution en juin 1981
N° 6 Protection des végétaux - Parution en juin 1981
N° 7 Roses - Parution en juillet 1981
N° 8 Iris et Pivoines - Parution en juillet 1981
N° 9 Plantes d'appartement - Parution en juillet 1981
N° 10 Ericacées - Parution en juillet 1981
N° 11 Orchidées - Parution en août 1981
N° 12 Vivaces - Parution en août 1981
N° 13 Aménagement paysager - Parution en août 1981
N° 14 Arbres et arbustes - Parution en septembre 1981
N° 15 Perspectives de l'horticulture, arbres fruitiers et petits fruits - Parution en septembre 1981
N° 16 Perspectives de l'horticulture, cultures abritées Parution en septembre 1981
N° 17 Bulbes et tubercules - Parution en septembre 1981
N° 18 Gesnériacées - Parution en septembre 1981
N° 19 Art floral Ikebana - Parution en septembre 1981

En vente à l'adresse suivante:

L'Editeur officiel du Québec
1283, boulevard Charest ouest
Québec G1N 2C9

Achevé d'imprimer à
Québec en novembre 1981, sur
les presses du Service des impressions en régie
du Ministère des Communications
du Québec

Imprimé au Québec, Canada